www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

2e JAARGANG NUMMER 1 JANUARI 1937

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

DE KLEURWEERGAVE BIJ GEBRUIK VAN VERSCHILLENDE „WITTE" LICHTBRONNEN

door P. J. BOUMA.

Samenvatting. De eischen, welke we aan het kleurweergevend vermogen van lichtbronnen stellen, zijn voor verschillende toepassingen zeer uiteenloopend. Nagegaan wordt, aan welke eischen de spectrale verdeeling en het kleurpunt van een lichtsoort moeten voldoen:
a) om een „prettige" kleurweergave te leveren (geschikt voor de huiskamer)
b) om een „juiste" kleurweergave te geven (d.w.z. met het daglicht overeenstemmend).
Een methode wordt uitgewerkt om — met behulp van de kleurenkaartjes van Ostwald — de kleurweergave van verschillende lichtbronnen te vergelijken en vast te leggen. Er volgen een aantal voorbeelden van verschillende lichtbronnen, die het daglicht nabootsen.

In een vorig artikel [1]) hebben we reeds gezien, dat de kleuren, die we in onze omgeving waarnemen, in hooge mate afhankelijk zijn van de aard van het licht, dat we op de voorwerpen laten vallen. Hieruit volgt onmiddellijk, dat bepaalde lichtsoorten voor zekere doeleinden volkomen ongeschikt zijn. Zoo is het natriumlicht voor onze huiskamer onbruikbaar: we stellen hier de eisch, dat we kleuren kunnen onderscheiden, en dat de kleuren van de verschillende voorwerpen op een aangename en min of meer „natuurlijke" wijze worden weergegeven; aan deze eischen voldoet het natriumlicht in het geheel niet. Een ander voorbeeld is het kwiklicht, dat bijv. in winkels, waar gekleurde stoffen verkocht worden, niet zonder meer bruikbaar is. Niet alleen zullen de kleuren der stoffen er bij het kwiklicht anders uitzien dan bij daglicht, zoodat de kleur van de gekochte stof ons bij daglicht zou kunnen tegenvallen, maar zelfs kan zich het geval voordoen, dat men bij kwiklicht twee stoffen bij elkaar zoekt, die geheel dezelfde kleurindruk maken, terwijl ze er bij daglicht geheel verschillend uitzien [2]).

Uit deze voorbeelden blijkt tevens, dat het probleem van het vinden van een bevredigende „witte" lichtbron zeer gecompliceerd wordt door het feit, dat de eischen voor de verschillende toepassingen zoo sterk uiteenloopen, zoodat het zeker niet mogelijk is, een enkele lichtsoort te vinden, die onder alle omstandigheden zou voldoen.

Voor toepassing in de huiskamer luidt de voornaamste eisch: het moet er aangenaam en gezellig uitzien; voor winkels, en in het algemeen voor plaatsen, waar kleuren uitgezocht, beoordeeld of vergeleken moeten worden, is de eisch: de kleurweergave moet zooveel mogelijk overeenstemmen met die, welke ons het daglicht geeft. Dat deze eischen elkaar geenszins dekken, zullen we weldra zien.

We zullen ons nu voorloopig met de eerste eisch bezig houden, en stellen dus de vraag:

Welke lichtsoorten geven ons een aangename kleurweergave?

Dit is een bij uitstek practische vraag, die niet door theoretische beschouwingen beantwoord kan worden. Om een antwoord te krijgen zou men aan een groot aantal personen vele uiteenloopende lichtsoorten kunnen laten zien, en hen de aangenaamste uit laten kiezen. Het is echter twijfelachtig of zelfs een dergelijk uitgebreid onderzoek ons wel een afdoend antwoord zou geven; de keuze zal namelijk o.a. nog door de volgende factoren beinvloed worden:

1e. De kwestie van gewoonte: we zijn zoo gewend om overdag daglicht te hebben (met hooge

[1]) Philips techn. T. **1**, 282, 1936.
[2]) Dit geval zal zich bijv. reeds voordoen, wanneer het reflecteerend vermogen der twee stoffen in het rood sterk verschilt, en voor de andere spectrale kleuren overeenstemt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

intensiteiten), en 's avonds gloeilampenlicht (met lagere intensiteiten), dat we geneigd zijn om alle lichtsoorten, die hier belangrijk van afwijken, als „onnatuurlijk" af te keuren.

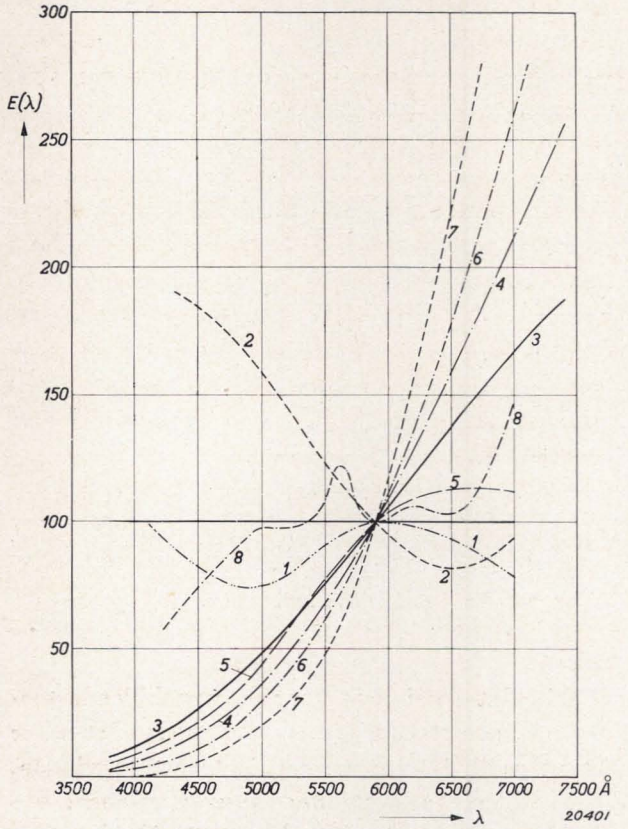


Fig. 1. Spectrale verdeeling van eenige „witte" lichtbronnen: *1*. Daglicht (bedekte hemel), 2. Blauwe hemel, 3. Met gas gevulde gloeilamp, *4*. Vacuum gloeilamp, 5. Gasgloeilicht, 6. Kooldraadlamp, 7. Petroleumlicht, 8. Daglichtlamp. (De energie is bij 5900 Å gelijk aan 100 gesteld.)

2e. De wijze van vergelijken: een lichtsoort kan op zichzelf zeer aangenaam zijn, en toch een minder prettige indruk op ons maken, wanneer ze naast, of direct na een geheel verschillende lichtsoort wordt bekeken.

3e. De kwestie der intensiteit: we zullen zeker bij hooge intensiteiten een andere lichtsoort prefereeren dan bij lage.

Om nader tot de oplossing van het probleem te komen, zullen we eerst eens nagaan, welke lichtbronnen we tot nu toe in de practijk als aangenaam aanvaard hebben.

Van een aantal dezer lichtbronnen is in *fig. 1* de spectrale verdeeling weergegeven (de energie E is bij $\lambda = 5900$ Å voor alle lichtbronnen gelijk 100 gesteld), terwijl in *fig. 2* de punten in de kleurendriehoek zijn aangegeven, die correspondeeren met het direct van de lichtbron afkomstige licht [3]).

[3]) Voor de wijze, waarop de kleuren in een driehoek weergegeven kunnen worden, zie Philips techn. T. **1**, 282, 1936. Behalve de verschillende „witte" lichtbronnen zijn in de figuur nog de spectrale kleuren (——) en de zwarte lichamen van verschillende temperatuur (-----) geteekend.

We hebben hier de lichtsoorten op beide wijzen gekarakteriseerd, omdat men alleen uit de spectrale verdeeling niet direct de aard van de kleurindruk kan afleiden, die de lichtbron zelve op ons maakt, terwijl omgekeerd het punt in de kleurendriehoek ons nog weinig zegt omtrent de wijze, waarop de lichtsoort de kleuren uit onze omgeving weergeeft. Als sterk voorbeeld van het laatste denken we ons het daglicht eenerzijds, en het mengsel van twee complementaire spectraalkleuren (geel en blauw) anderzijds. Is het mengsel goed gekozen, dan geeft het direct van de twee lichtbronnen afkomstige licht dezelfde kleurindruk, en wordt dus door hetzelfde punt in de kleurendriehoek voorgesteld. De kleurweergave is echter geheel verschillend: de tweede lichtbron zal alle voorwerpen er wit, grijs, blauw of geel doen uitzien (de laatste kleuren met uiteenloopende verzadigingsgraad).

In de figuren zijn de volgende lichtsoorten geteekend:

1) Daglicht (Resultaten van te Utrecht bij bedekte hemel verrichte metingen). De samenstelling hiervan varieert vrij sterk; in fig. 2 zijn enkele resultaten aangegeven, in fig. 1 is slechts één spectrale kromme als voorbeeld geteekend.

2) Het licht van de blauwe hemel alleen (eveneens uit te Utrecht verrichte metingen). Met deze lichtsoort hebben we in hoofdzaak te maken, als we ons op zonnige dagen ergens in de schaduw bevinden.

De lichtsoorten (*1*) en (*2*) worden bij de hooge helderheden, die overdag optreden, algemeen als bevredigend ondervonden.

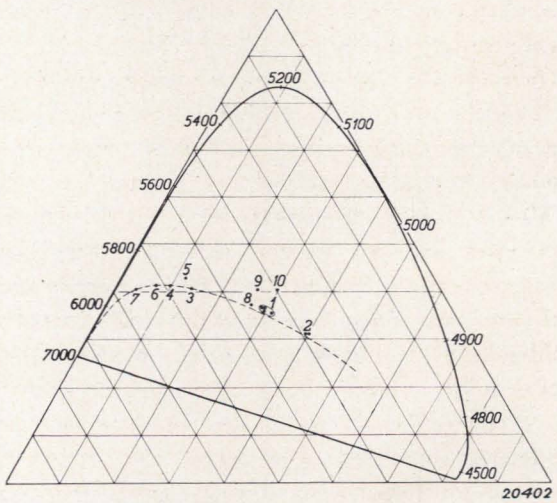


Fig. 2. Kleurendriehoek met spectrale kleuren (——), zwarte lichamen (----), de lichtbronnen van fig. 1 (*1*—8), hoogedruk kwiklamp (9) en superhoogedruk kwiklamp (*10*).

3) Het licht van een met gas gevulde gloeilamp.

4) Het licht van een vacuum gloeilamp.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

5) Het gasgloeilicht.
Zoowel wat de spectrale verdeeling als wat het punt in de kleurendriehoek betreft, wijken deze drie lichtsoorten zeer sterk van het daglicht af. Toch zijn we er in het algemeen tevreden mee: ze maken een aangename indruk op ons. De afwijkende weergave der kleuren (vergeleken met die door het daglicht) is van dien aard, dat ze ons alleen d a n hindert, wanneer we bij dit licht werkelijk kleuren gaan uitzoeken. Overigens zijn we er ons veelal nauwelijks van bewust, hoe alles er geheel anders dan bij daglicht uitziet.

6) Het oudste type van gloeilampen: de kooldraadlamp.

7) Petroleumlicht.
Deze beide lichtsoorten wijken nog aanmerkelijk sterker van het daglicht af: ze zijn tamelijk verzadigd oranje-geel van kleur. Ook dit vinden we nog een aannemelijke lichtsoort, hoewel de afwijking in kleur zoo sterk is, dat we er ons in het dagelijksch leven wel degelijk goed van bewust zijn.

8) een zg. „daglichtlamp", bestaande uit een met gas gevulde gloeilamp met een speciale blauwe ballon, die ten doel heeft het licht meer op daglicht te doen gelijken.

We kunnen nu het volgende opmerken:

Alle genoemde lichtsoorten liggen in de kleurendriehoek op of in de nabijheid van de kromme der zwarte lichamen (-----); ze hebben allemaal spectrale verdeelingen zonder scherpe maxima of minima; het daglicht (*1* en *2*) vertoont zeer hooge kleurtemperaturen [4]) (4500—8000 °K), de voor huiskamerverlichting gebruikte lichtsoorten hebben een veel lagere kleurtemperatuur (1750—2850 °K).

Waarom aanvaarden we nu voor de binnenverlichting zoo graag lichtbronnen, die een veel lagere kleurtemperatuur bezitten, met andere woorden veel geler zijn dan het zonlicht?

Men zou kunnen denken, dat we ze eenvoudig aanvaard hebben, omdat het de eenige lichtbronnen waren, die de techniek ons voorzette, en dat we er ons langzamerhand bij neergelegd hebben. Dit is echter niet juist; we zijn immers wel degelijk in staat om de kleur van ons licht nog te wijzigen met behulp van lampenkappen en gekleurde doorschijnende materialen; en nu zien we merkwaardigerwijze, dat het meerendeel dezer materialen g e e l is, m. a. w. we maken door de „aankleeding" van onze gloeilampen de kleurtemperatuur nog lager! Om het er gezellig te doen uitzien, verwijderen we ons nog verder van het daglicht dan dit bij de gloeilampen zèlf reeds het geval is. Conclusie: overdag zijn we zeer tevreden met het daglicht, maar . . . bij de lagere intensiteiten, die we 's avonds in de huiskamer hebben, prefereeren we beslist het meer geelachtige licht, het licht met lager kleurtemperatuur. Licht van dezelfde spectrale samenstelling als het daglicht, doet bij lage intensiteiten koud en ongezellig aan.

Deze beweringen worden door verschillende practische ervaringen bevestigd. Bij zonsverduisteringen zien we de natuur bij vrijwel normaal daglicht, maar met veel kleinere intensiteit. De indruk is zeer onaangenaam, doordat de kleurtemperatuur voor deze intensiteit te hoog is. Om dezelfde reden maken daglichtlampen in de huiskamer in het algemeen geen prettige indruk. Vinden we op donkere dagen het daglicht in onze kamers wat te zwak, dan maakt een aanvulling met gloeilampenlicht een onprettige indruk: de combinatie geeft ons een spectrale verdeeling, die wij onder deze omstandigheden niet gewend zijn en daarom afkeuren.

Een belangrijke factor bij het beoordeelen van de aanvaardbaarheid van een lichtsoort voor de huiskamer is nog, of de kleurvervorming van dien aard is, dat ze ons onaangename dingen kan suggereeren, zooals: een ongezonde gelaatskleur, een onnatuurlijke kleur van etenswaren, enz. Eén der factoren, die ons naar de lagere kleurtemperaturen drijven, is zeker wel deze, dat we bij dergelijke lichtsoorten een blozender, gezonder gelaatskleur hebben!

In het algemeen schijnen we geneigd te zijn om het tekort aan licht, dat we bij het kunstlicht hebben in vergelijking met het daglicht, te willen compenseeren door naar „warmere" (d.i. veelal meer rood bevattende) kleuren over te gaan.

De aangenaamste lichtbronnen voor de huiskamer zijn dus wel die, wier spectrale verdeeling sterk gelijkt op die van een zwart lichaam met lage kleurtemperatuur (2800°K of lager). Voor een nauwkeuriger antwoord op de bovengestelde vraag zal nog een uitgebreid en langdurig onderzoek noodig zijn.

We komen nu tot de tweede vraag:

Welke lichtsoorten geven een „juiste" kleurweergave?

Met andere woorden, aan welke eischen moet een lichtbron voldoen om de kleuren op dezelfde wijze weer te geven als het daglicht?

[4]) De kleurtemperatuur van een lichtbron is de temperatuur, die een zwart lichaam moet hebben om dezelfde relatieve spectrale verdeeling te geven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Zooals we boven reeds gezien hebben, kan de bestudeering van de kleurpunten der lichtbronnen ons geen antwoord op deze vraag geven. We moeten ons hier tot de spectrale verdeeling wenden. De kleurweergave zal eerst dan volkomen identiek zijn met die door het daglicht, wanneer de spectrale samenstelling geheel met die van het daglicht overeenstemt.

Evenmin echter als het oog in staat is om uiterst kleine helderheidsverschillen waar te nemen [5]), kan het zeer kleine kleurverschillen opmerken. Ook hier is een zeker minimaal kleurverschil — dat we kortheidshalve een „stapje" zullen noemen — noodig om, bij directe vergelijking der beide kleuren, nog een kleurverschil te kunnen waarnemen.

Hieruit volgt, dat de spectrale verdeeling van de lamp, die het daglicht na moet bootsen, niet volkomen identiek met het daglicht behoeft te zijn. Niet alleen mogen de relatieve bijdragen van een bepaalde golflengte tot de totale intensiteit in de beide spectra iets verschillen, maar ook mag

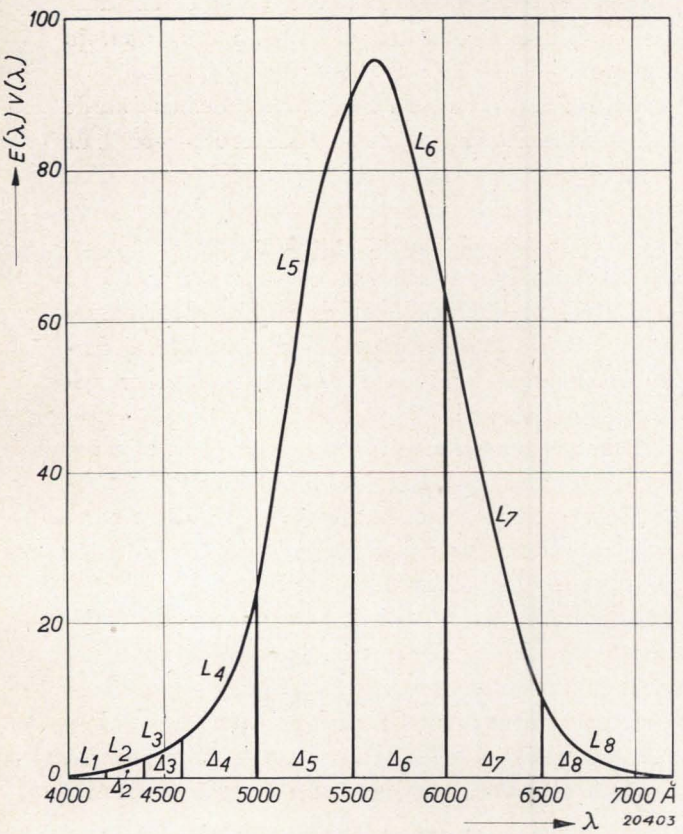


Fig. 3. Spectrale lichtstroomverdeeling van het daglicht (energieverdeeling maal ooggevoeligheidskromme) met verdeeling in de vakjes Δ_1, Δ_2, ..., die elk een totale lichtstroom L_1, L_2, ... leveren.

het licht van een bepaalde golflengte door dat van een naburige vervangen worden. We zien dus, dat het zelfs mogelijk is, om het daglicht na te bootsen door een lichtsoort, die een lijnenspectrum bezit, mits de lijnen (eventueel door een continuum aangevuld) het heele zichtbare gebied maar voldoende opvullen. Het blijkt hier tevens, dat het kwiklicht (zie ook fig. 2; *9* geldt voor een hoogedruk-, *10* voor een superhoogedruk kwiklamp), zelfs al wordt er een voldoende hoeveelheid rood licht aan toegevoegd, nog niet geschikt is als nabootsing van het daglicht: speciaal in het blauwgroen en blauw zijn nog te groote gapingen in het spectrum.

Hoe vinden we nu een quantitatieve eisch, waaraan de spectrale verdeeling moet voldoen? In *fig. 3* is de spectrale lichtstroomverdeeling van het daglicht aangegeven [6]). We verdeelen het golflengtegebied nu in een aantal vakjes Δ_1, Δ_2, . . . Elk dier vakjes levert een lichtstroombijdrage L_1, L_2, . . . (evenredig met het in dat vakje onder de kromme gelegen oppervlak). Doen we hetzelfde voor een andere lichtbron, dan vinden we overeenkomstige grootheden L_1', L_2', . . . Zijn de vakjes nu voldoende klein gekozen, dan zal de andere lichtbron het daglicht voldoende nauwkeurig nabootsen, mits de grootheden L_1', L_2', . . . minder dan p_1, p_2, . . . procent van de grootheden L_1, L_2, . . . verschillen.

Door na te gaan hoeveel „stapjes" de van een willekeurig pigment afkomstige kleurindruk nog kan varieeren, wanneer we het achtereenvolgens verlichten met verschillende lichtbronnen die dezelfde L_1, L_2, L_3, . . . leveren, vonden we, dat de volgende verdeeling van het golflengtegebied in 8 vakjes voldoende fijn is: 4000-4200-4400-4600-5000-5500-6000-6500-7000 Ångström. Het is gewenscht om — zooals hier is geschied — in het blauw de verdeeling fijner te maken dan elders. Zoo bleek de gegeven verdeeling bijv. aanmerkelijk gunstiger te zijn dan die in 10 gelijke vakjes. Hoe groot zijn nu de toleranties p_1, p_2, p_3,. . ., die we bij deze verdeeling nog mogen toelaten, m. a. w. hoeveel mogen de lichtstroombijdragen van lamp en daglicht in elk der gekozen vakjes verschillen, om toch nog van een goede kleurweergave te kunnen spreken?

Om dit na te gaan nemen we aan, dat de kleurweergave „goed" genoemd kan worden, wanneer een willekeurig voorwerp, gedeeltelijk met daglicht en gedeeltelijk met de andere lichtbron belicht, geen grooter kleurverschil vertoont dan 4 „stapjes". Stelt men deze eisch, dan kan men berekenen, dat de toleranties in de 8 genoemde

[5]) Zie: Philips techn. T. **1**, 104, 1936.

[6]) Deze kromme is ontstaan door de spectrale energieverdeeling $E(\lambda)$ (fig. 1 kromme *1*) met de relatieve ooggevoeligheid $V(\lambda)$ te vermenigvuldigen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

golflengtegebieden ongeveer even groot zijn (een bevestiging van de goede keuze der indeeling!), en allen 20-25 % bedragen.

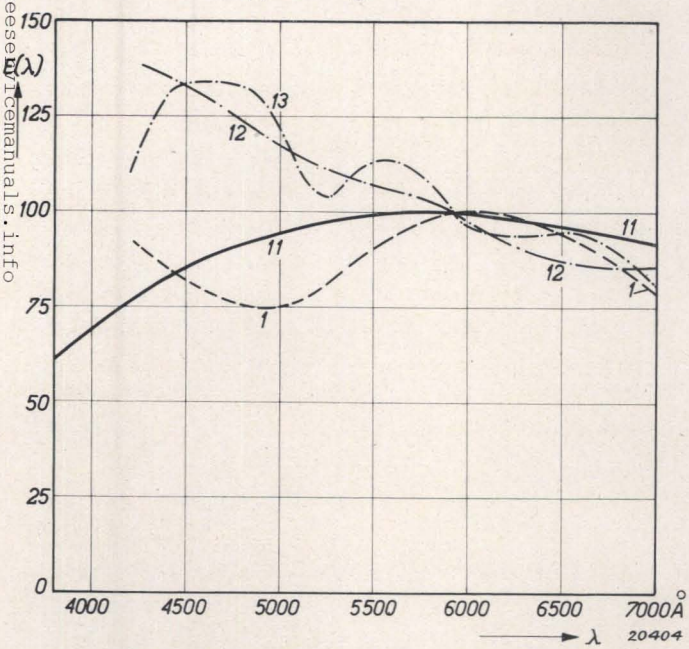


Fig. 4. Spectrale verdeeling van eenige „witte" lichtbronnen:
1. Daglicht (bedekte hemel)
11. Zwart lichaam (5000° K)
12. Gemiddelde van de krommen *1* en *2* van fig. 1
13. Standaard lichtbron C (I. C. I. 1931).
(De energie is bij 5900 Å gelijk aan 100 gesteld).

Met enkele voorbeelden zullen we deze eisch toelichten.

Uit fig. 1 zien we, dat de energieverdeelingen van de met gas gevulde gloeilamp (*3*) en van de vacuum gloeilamp (*4*) alleen in het blauw meer dan 25 % uiteenloopen, elders niet. De beide lichtsoorten verschillen dus i e t s te veel om van een identieke weergave der kleuren te mogen spreken. Ook het verschil tusschen de daglichtlamp (*8*) en het daglicht zelve (*1*) is nog iets te groot om aan bovengenoemde eischen van gelijke kleurweergave te voldoen.

In *fig. 4* stellen de krommen *1* en *11* respectievelijk de daglichtmeting van fig. 1 en de straling van het zwarte lichaam bij 5000° voor. De beide krommen stemmen binnen de bovengenoemde toleranties overeen: wat de kleurweergave betreft, is het geoorloofd het licht van de geheel bedekte hemel te beschouwen als dat van het zwarte lichaam van 5000 °K.

Ook de krommen *12* en *13* van fig. 4 stemmen binnen de gestelde grenzen overeen. Ze stellen resp. voor: het gemiddelde van de krommen voor bedekte en blauwe hemel (kromme *1* en *2* van fig. 1) en de standaard lichtbron (C), die volgens de voorschriften van de International Commission on Illumination (1931) gebruikt moet worden om te beoordeelen, hoe de kleuren er bij gemiddeld daglicht uitzien.

Tenslotte zien we uit fig. 1 nog, dat de petroleumlamp (*7*), de gloeilamp (*3*) en het daglicht (*1*) allen onderling veel te veel verschillen om van een gelijke kleurweergave te kunnen spreken. De kleurweergave van het gaslicht (*5*) stemt bijna met die van de gloeilamp (*3*) overeen (alleen in het rood zijn de verschillen iets te groot).

Hoe vergelijken we de kleurweergave van twee lichtbronnen?

In het bovenstaande hebben we gezien, aan welke eischen de spectrale verdeeling van een lichtbron moet voldoen, om een andere lichtbron, wat de kleurweergave betreft, voldoende nauwkeurig na te bootsen. Om nu praktisch na te gaan, in hoeverre de overeenkomst tusschen de twee lichtbronnen bevredigend is, kan men het beste een uitgebreide verzameling gekleurde voorwerpen nemen, en deze met elk der beide lichtbronnen belichten.

Eén der voor dit doel meest geschikt verzamelingen wordt gevormd door de kleurenkaartjes van de bekende kleurenatlas van O s t w a l d. Deze verzameling bevat ongeveer 2000 gekleurde kaartjes; elk dezer kaartjes is gekarakteriseerd door

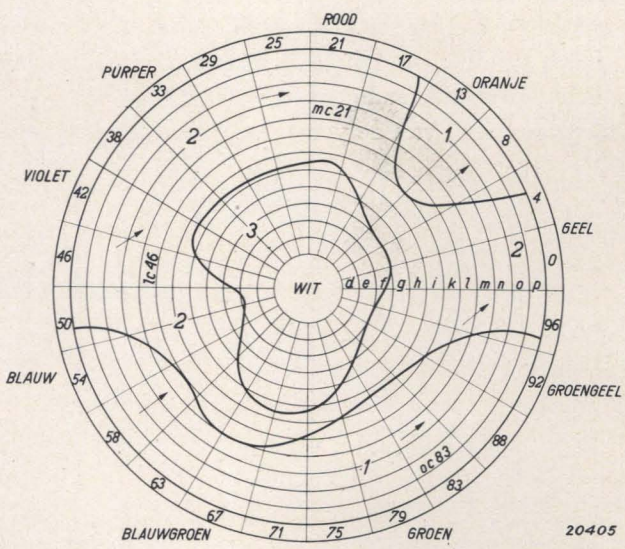


Fig. 5. Vergelijking van de kleurweergave door een daglichtlamp en door het daglicht.
3: gebied van slechte overeenstemming,
2: gebied van matige overeenstemming,
1: gebied van goede overeenstemming,
0: gebied van volmaakte overeenstemming.
De vakjes stellen de kleurenkaartjes van de kleurenatlas van O s t w a l d voor. De verzadigde kleuren liggen aan de buitenkant, de minst verzadigde in het midden.

twee letters en een getal (bijv. *oc 83*). De eerste letter duidt de verzadiging van de kleur aan, de tweede de totale reflectiecoëfficient, en het cijfer de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

domineerende golflengte [7]). Neemt men uit deze verzameling bijv. de series *dc*, *ec*, *fc*, ..., *pc* en hiervan de nummers *0*, *4*, *8*, ..., *96*, dan kan men deze op de in *fig. 5* aangegeven wijze in concentrische cirkels rangschikken (in enkele vakjes is de volledige notatie aangegeven). Deze rangschikking stemt in groote trekken overeen met die in de kleurendriehoek; in het midden bevinden zich alle zeer onverzadigde kleuren (series *dc* en *ec*), naar de randen toe worden de kleuren steeds meer verzadigd (series *oc* en *pc*).

Wanneer we nu van elk kaartje de twee helften met een verschillende lichtsoort belichten, dan kunnen we een cijfer geven voor de mate van overeenstemming, en wel:

0: geen verschil
1: een juist merkbaar verschil
2: een duidelijk verschil
3: een zeer sterk verschil (de indruk: een geheel andere kleur).

Zetten we dan de aan de verschillende kaartjes toegekende cijfers in de vakjes van *fig. 5*, dan vinden we op deze wijze een bepaald gebied *3* (zeer slechte overeenstemming), een gebied *2* (matige overeenstemming), een gebied *1* (goede overeenstemming) en eventueel een gebied *0* (volmaakte overeenstemming). Fig. 5 geeft op deze wijze een vergelijking tusschen een daglichtlamp (gloeilamp met speciale blauwe ballon, zie ook fig. 1 kromme *8*) en het daglicht. De onverzadigde kleuren worden nog slecht weergegeven, van de verzadigde kleuren het purper

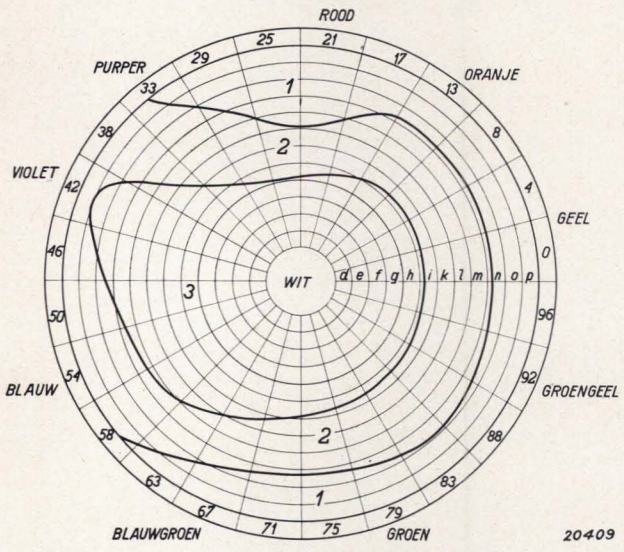


Fig. 6. Vergelijking van de kleurweergave door een combinatie van kwik en neon met die door het daglicht.

[7]) Voor de begrippen verzadigingsgraad en domineerende golflengte zie: Philips techn. T. **1**, 282, 1936. Bedoeld zijn hier de verzadigingsgraad en domineerende golflengte van de kleuren, die de kaartjes bij daglicht bezitten.

het slechtst. Door pijltjes is in fig. 5 nog aangegeven, in welke richting de kleuren verschoven zijn: het purper wordt iets te rood weergegeven, het groen

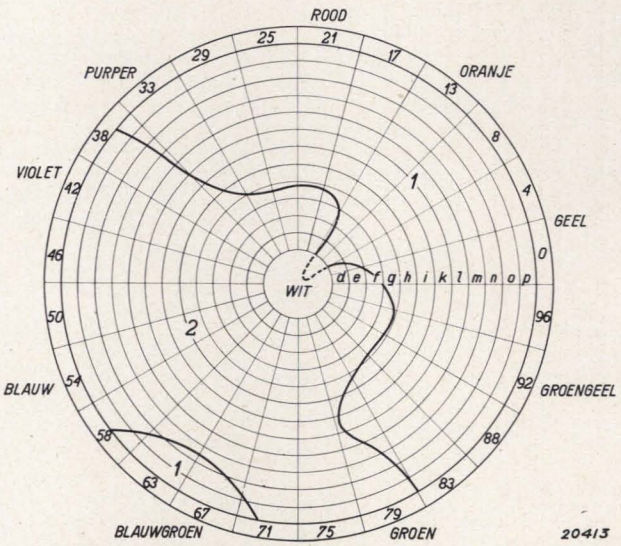


Fig. 7. Vergelijking van de kleurweergave door een kwik-neon-fluorescentie combinatie met die door het daglicht.

wat te veel als groengeel, het blauw iets te onverzadigd. Deze afwijkingen zijn in hoofdzaak te wijten aan het feit, dat de daglichtlamp bij de kortste golflengte nog te weinig licht geeft (zie fig. 1).

Fig. 6 geeft een vergelijking tusschen een kwiklamp, waaraan — in de vorm van neonlicht — rood is toegevoegd, en daglicht. Er is hier een zeer groot gebied van slechte kleurweergave; de oorzaak hiervan ligt, zooals we boven reeds opmerkten, in de groote gapingen in het spectrum.

Fig. 7 heeft betrekking op een soortgelijke combinatie van kwik en neon, nu echter belangrijk verbeterd door toevoeging van een zorgvuldig uitgekozen fluoresceerende ballon, en nauwkeurige regeling van de hoeveelheid neonlicht (ook weer vergeleken met daglicht). Het gebied *3* is hier juist geheel verdwenen: de kleurweergave is overal behoorlijk. Inderdaad zag bij deze lichtbron de omgeving er geheel „natuurlijk" uit. De gapingen in het kwikspectrum zijn door de neonlamp en het fluorescentielicht behoorlijk opgevuld.

In *fig. 8* zien we tenslotte de vergelijking tusschen een „menglicht" lamp (70 Watt hoogedruk kwiklamp plus 150 Watt gloeilamp) en daglicht. Het gebrek aan rood licht bij de kwiklamp wordt hier aangevuld door de overmaat rood licht, die de gloeilamp in vergelijking met het daglicht bezit (fig. 1 kromme *1* en *3*). Ook hier is weer een bepaald gebied van slechte kleurweergave, hoewel de fouten een ander karakter dragen dan bij de daglichtlamp van fig. 5.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Hoe correspondeeren nu de waardeeringscijfers *0*, *1*, *2*, *3* met het aantal „stapjes" kleurverschil?

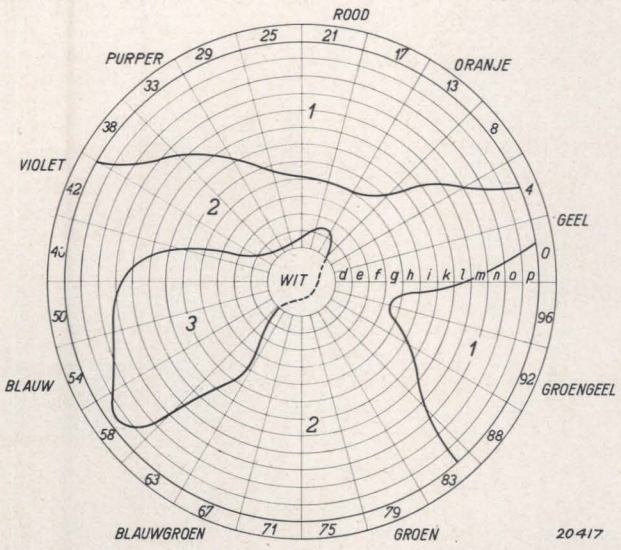


Fig. 8. Vergelijking van de kleurweergave door een kwik-gloeilampen combinatie met die door het daglicht.

Dit werd vastgesteld door vergelijking van gloeilampen, die op verschillende spanning brandden (dus zwarte lichamen van verschillende temperatuur!). Het resultaat was, dat het cijfer *0* ongeveer correspondeert met 0—1 stapje verschil, het cijfer *1* met 1—3 stapjes, het cijfer *2* met 3—5 stapjes en het cijfer 3 met 5 of meer stapjes kleurverschil.

De eisch, dat het gebied *3* geheel moet verdwijnen, is dus ongeveer identiek met de bovengestelde eisch van hoogstens 4 stapjes kleurverschil.

We zien tenslotte dat het inderdaad mogelijk is, om een werkelijk goede kleurweergave te bereiken met behulp van gasontladingslampen en fluoresceerende stoffen (fig. 7). Het nuttig effect van een dergelijke „daglichtcombinatie" zal hooger kunnen zijn dan van een gewone gloeilamp, terwijl dat van de vroegere daglichtlampen (gloeilampen met een gekleurde ballon) belangrijk minder was dan van de gewone gloeilamp.

In vele gevallen, waarin de eischen van een juiste kleurweergave minder streng zijn, zal men ook met een combinatie van kwiklicht en gloeilampenlicht (fig. 8) reeds goede resultaten kunnen verkrijgen.

Digitized by www.freeservicemanuals.info
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

LICHT EN ARCHITECTUUR

door L. C. KALFF.

Samenvatting. In de bouwkunst kan men door licht, gevarieerd naar sterkte en kleur uitdrukkingsvormen tot hun recht doen komen. Het daglicht is in deze gedachtengang reeds lang een beheerschte factor voor de bouwmeester. Kunstlicht, beschikbaar in zijn moderne veelvuldigheid, biedt tal van mogelijkheden, dikwijls reeds begrepen en toegepast, soms echter nog in de eerste phase van een toekomstige ontwikkeling.

Fig. 1. (links). Een gebouw in Dorischen stijl in het zonlicht. Alle vormen en profielen komen tot uitdrukking. Het is duidelijk, dat bijv. de cannelures en de kroonlijst geheel berekend zijn op sterke contrastwerking door licht en schaduw.

Fig. 2. (rechts). Hetzelfde gebouw verliest bij bewolkte hemel alle plastiek van de fijnere profielen en daarom het karakteristieke, dat zeker de bedoeling van den architect is geweest.

Wanneer men nadenkt over licht en architectuur dan komt men tot de conclusie, dat dit twee onafscheidelijke begrippen zijn. Deze opmerking schijnt misschien overbodig, maar toch kunnen hieruit eenige interessante gevolgtrekkingen worden gemaakt. Nog vóór de vorderingen der techniek de toepassing van het electrisch licht voor de verlichting van onze architectuur mogelijk maakten, hebben reeds eeuwenlang de bouwmeesters gewerkt; zij waren daarbij mede van den beginne af aan lichtarchitecten d.w.z. zonlichtarchitecten. Wij laten hier ter verduidelijking een omschrijving van dit begrip volgen.

Iedere vorm, die om practische of andere redenen aesthetisch ontwikkeld wordt, moet op een bepaalde manier verlicht worden om aan de toeschouwers zijn bijzondere schoonheden te openbaren, d.w.z. vormen en plastiek van een gebouw kunnen door een bijzondere verlichting naar voren gebracht worden in overeenstemming met de bedoelingen van de kunstenaar. Dat iedere architectuur van den beginne af aan inderdaad ingesteld is op een bepaalde verlichting over dag, kan men aan de hand van een paar voorbeelden gemakkelijk aantoonen.

Wanneer men namelijk de verschillende architectonische vormen, profielen en ornamenten, zooals men die in diverse deelen van de wereld onder verschillende klimatologische omstandigheden aantreft, beschouwt, dan ziet men duidelijk, hoe de bouwmeesters in de onderscheidene landen bij ontwerpen van gebouwen rekening gehouden hebben met de daglichtverdeeling, die in hun eigen land en bij het aldaar heerschende klimaat geldt.

Zoo kan men bijv. bij de Egyptische en Assyrische architectuur en plastiek (*fig. 3*) vaststellen, hoe daar in een buitengewoon droog klimaat met sterke felle zonneschijn slechts grove vormen en details gebruikt werden; de ornamenteering uitte zich in zeer ondiepe basreliefs, die in het onbarmhartig felle zonlicht zelfs met hun slechts eenige millimeters diepe graveeringen al een zeer opvallend lijnenspel vertoonen. Datzelfde beginsel vinden we terug in de kunst van het oude Griekenland. Het is duidelijk, dat zulke basreliefs verder naar het noorden, waar dit felle zonlicht ontbreekt en waar men eigenlijk moet rekenen met een tamelijk nevelige of bewolkte hemel, op een bouwwerk zonder uitwerking blijven.

Een typisch voorbeeld van zeer verfijnde lichtarchitectuur vinden we bij de Grieksche bouwstijlen. Men kan aan het profiel van een fries in *fig. 1* waarnemen, hoe er rekening gehouden is met de invalshoek van het zonlicht, zoodat bepaalde deelen van het profiel in de schaduw, andere weer in het licht liggen; zoo moet een lijst van blokken bijv. juist uit de schaduw in het licht komen, zoodat ieder blokje een lichtend punt vormt in de lange donkere band van de fries. Bij Grieksche tempels vertoonen dezelfde profielen, die in de fries achter de voorste zuilenreeks in het peristyl gebruikt worden, heel andere modellen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

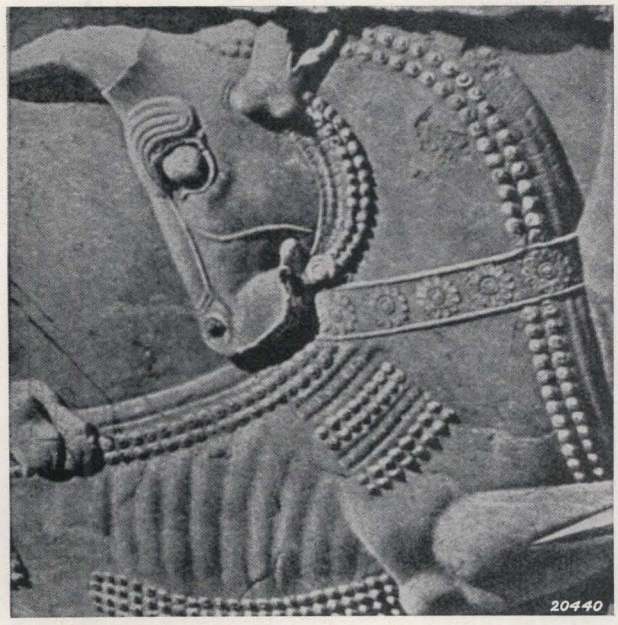


Fig. 3. Ook de Assyrische architectuur met de bas-reliefs in steen of terra-cotta, vertoont duidelijk de karakteristieken, die bij een zonnig klimaat passen.

Het is duidelijk, dat hier geen zon op de fries kan vallen, zoodat men slechts met het weliswaar sterke, maar verstrooid teruggestraalde zonlicht te maken heeft, dat op de vloer en de trappen van de tempel valt. Daarom zijn de profielen van elke inwendig liggende fries veel dieper en sterker gemodelleerd, waardoor zij in deze halfschaduw toch nog als plastiek te herkennen zijn. Bij het bekijken van *fig. 2* valt het nog duidelijker op, dat de architectuur van het gebouw op zonlicht berekend was. In deze bij een bewolkte hemel gemaakte opname ontbreekt de plastiek van de fijnere profielen en daardoor is één van de karakteristieke schoonheden verloren gegaan, die door den bouwmeester zeker bedoeld was.

Gaan we naar noordelijker streken, waar we met een bewolkte hemel, met nevel en verstrooid daglicht te maken krijgen, dan ontmoeten we in de gothiek een voorbeeld, hoe de bouwmeesters met buitengewoon diepe profilen en zware ornamenten gewerkt hebben om ook bij deze verstrooide verlichting licht- en schaduwwerkingen te kunnen verkrijgen. Een prachtig voorbeeld hiervoor levert het stadhuis van Leuven (*fig. 4*) met zijn levendige silhouetten, z'n zeer bewerkte steenen en balustraden en diep ingesneden reliefs. Wanneer men een dergelijk bouwwerk in de onbarmhartige zon van Egypte zou plaatsen, dan zou het door de hardheid en opdringerigheid van de àl te krasse licht- en schaduwpartijen een groot deel van zijn schoonheid verliezen.

Een ander bijkomstig kenmerk als gevolg van het verstrooide licht in de noordelijke landen is dit, dat men behalve met plastiek ook werkt met kleurkontrasten. Hier denken we bijv. aan het typisch kleurige aspect van gebouwen van baksteen of zandsteen, dat in de Hollandsche renaissance aan de huizen inderdaad meer hun eigen karakter geeft dan het beeldhouwwerk. Ook in Duitschland, Zweden en Engeland ontmoet men overal talrijke voorbeelden van het gebruik van kleurcontrasten naast de mogelijkheden, die in de plastiek gelegen zijn. Vergelijkt men daarmee een Italiaansch paleis, zooals bijv. het Palazzo Pitti in Florence, dat in een grijze steensoort is opgetrokken, dan blijkt, dat hier alleen reeds door het spel van donker en licht een zeer goede werking verkregen is.

Wanneer men eenige van de tegenwoordige toepassingen van kunstlicht vergelijkt met het nauwkeurig gebruik, dat reeds van het natuurlijke licht gemaakt werd, dan komt men tot de slotsom, dat tot nu toe kunstlicht en architectuur

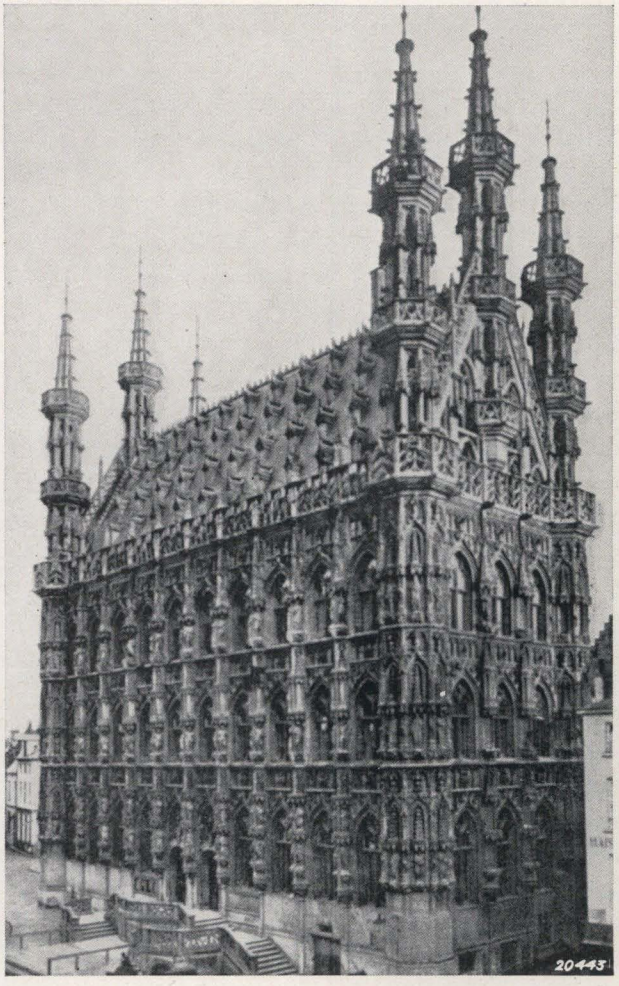


Fig. 4. De noordelijke gothiek, waarvan het raadhuis te Leuven een prachtig voorbeeld is, vertoont een levendige silhouetwerking, opengewerkte steenen balustrades en zeer diep ingesneden reliefs en profielen, omdat bij de nevelige atmosfeer deze krachtige accenten noodig zijn om effect te bereiken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

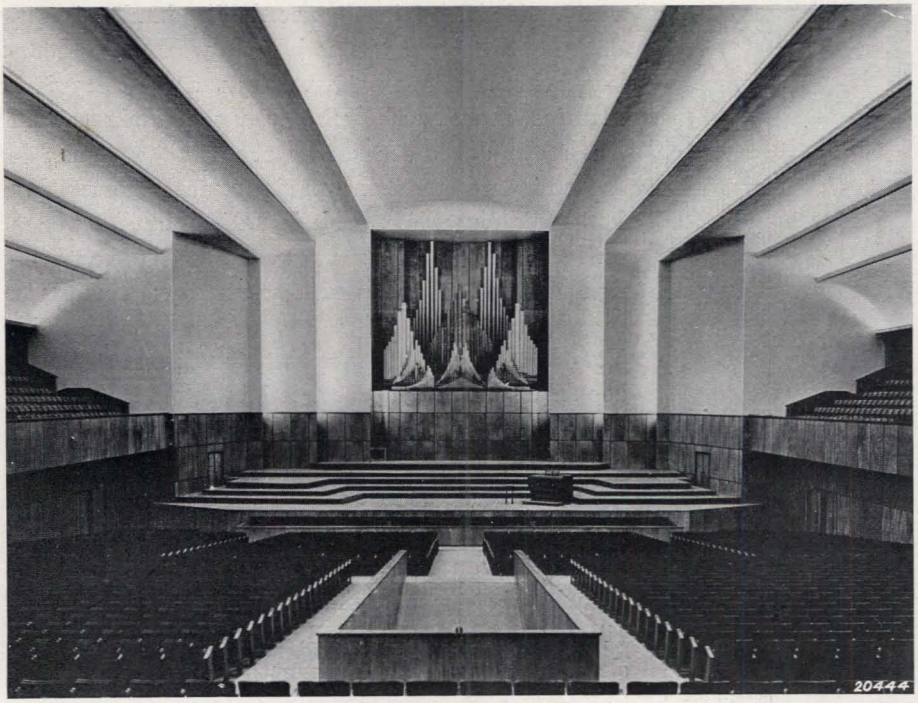


Fig. 5. De feestzaal op de Wereldtentoonstelling te Brussel, architect Van Neck, vertoont een vormgeving, die door de constructies voor het kunstlicht zeer sterk is beinvloed.

slechts zelden bewust in hun onderlinge verhouding behandeld zijn. Bij de „floodlight" bestraling van de profielen en de fries van een klassiek gebouw komt het licht van de schijnwerpers bijna altijd van onder af, waardoor de schaduwen, zooals de architect die berekend en opzettelijk bedoeld heeft, eenvoudig verdwijnen. De fries van het gebouw wordt dan door de verlichting afgevlakt, onder de vensterbanken en in de randen van de ramen verdwijnt de normale schaduw en het grootste deel van de nieuwe schaduwen, die door het kunstlicht gevormd worden, zijn voor de beschouwer, die bijna altijd ongeveer in de richting van de lichtstralen kijkt, vrijwel onzichtbaar. Wanneer we aan de klassieke binnenruimte denken, waarvan de oorspronkelijke vormen ook berekend zijn op het zonlicht, en we zien dan deze ruimte in het licht van een in het midden hangende electrische lamp, dan ontstaat door deze verlichting op de vormen heelemaal geen schaduw. De eenige mogelijkheid ze toch nog te zien is dan, dat zich in de diepere voegen zooveel stof verzameld heeft, dat men door het kleurverschil die vormen nog eenigszins kan herkennen.

Zoolang de beschikbare lichtbron zwak was en bovendien zeer veel warmte ontwikkelde, was het opstellen er van in het midden van de ruimte zeer doelmatig, omdat men bij deze opstelling zich het best er omheen kon verzamelen, zoodat het zwakke en dure licht goed uitgebuit werd en bovendien het brandgevaar door de groote afstand van muren en zoldering zoo klein mogelijk was. Deze centrale opstelling had echter ook tengevolge, zooals trouwens reeds boven aan een klassiek voorbeeld werd geillustreerd, dat in de architectuur van de binnenruimte slechts weinig schaduw ontstond. Daarom werd in de

Fig. 6. De bar in het theater Capitol in Madrid is ook geheel gemaakt met vormen, die aan lichttechniek zijn ontleend.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

inwendige afwerking slechts weinig plastiek gebruikt; bouwstoffen en kleurverschillen moesten het hoofdzakelijk doen. Ook de dagverlichting was van oudsher van een inconstant karakter, omdat daarbij rekening gehouden moest worden met de ligging van de ruimte met het oog op de windrichting en op het voortdurend wisselende buitenlicht, welks sterkte afhangt van het uur van de dag en van de weersgesteldheid en dus niet van tevoren berekenbaar is.

Hier liggen nu zeer vele mogelijkheden voor de nieuwere kunstverlichting. De gloeilampen stellen ons in staat zonder veel kosten een groote lichtopbrengst te verkrijgen; daarnaast maken zij het mogelijk door hun verscheidenheid in vorm en sterkte, bij praktisch geheel ontbreken van brandgevaar, ze juist dáár aan te brengen, waar we ze in de binnenruimte noodig hebben en de richting en de sterkte van de lichtstraling van te voren nauwkeurig vast te stellen. Zoodoende kunnen wij dan in de moderne binnen-architectuur van hetzelfde gezichtspunt uitgaan als in vroegere eeuwen de bouwmeesters deden, die alleen met het daglicht rekening hadden te houden.

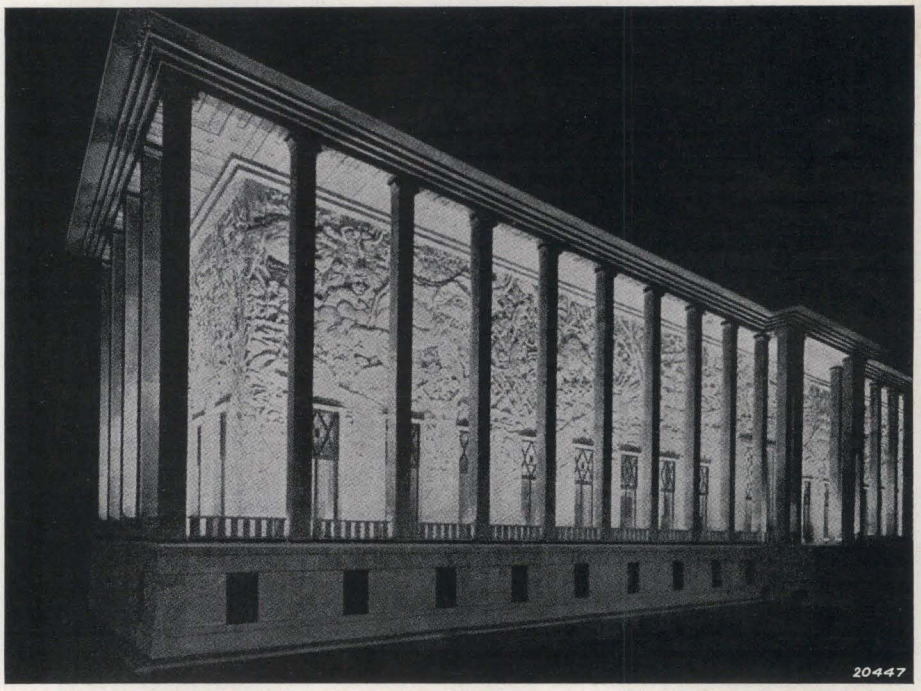


Fig. 7. Het Koloniaal Museum in Parijs van de architecten Jaussely et Laprade, heeft een gevel, die bij avond haast nog beter uitkomt dan overdag. De achter de borstwering geplaatste lichtbronnen verlichten niet alleen op zeer fraaie wijze de bas-reliefs van de de wanden, maar ook de trapvormige profielen onder de kroonlijst zijn op deze belichting berekend. Ook de silhouetwerking van de kolommen is bijzonder geslaagd.

Fig. 8. De reusachtige lichtkroon in het Roxy Theater in New-York is niet alleen een interessant lichtornament, maar vertoont tevens schaduwranden en decoratieve bas-reliefs, die alleen zichtbaar worden door het erlangs glijdende licht.

Het spreekt vanzelf, dat wij bij het daglicht geleerd hebben bijna onbewust rekening te houden met het spel van licht en schaduw, dat de plastiek en de vlakken voor ons tot leven brengt en dat het teweegbrengen van een dergelijke onbewuste werking door kunstlicht nog toekomstmuziek is.

Gloeilampen en ontladingsbuizen zijn evenwel in zooveel verschillende vormen en sterkten in de handel, dat praktisch gesproken voor ieder doel iets passends te vinden is. Maar daardoor wordt het juist de groote vraag, hoe de lichtbron het gebouw doet uitkomen en welke indruk dat dan op de toeschouwer maakt. Wat is in een bepaald geval geschikt, welke stemming, welke indruk moet er gewekt worden, moet het licht volop van de zoldering naar beneden stralen, moeten de muren verlicht worden of moeten rijke ornamenten de ruimte indeelen en daaraan silhouet verleenen? Waarheen moet de blik getrokken worden en hoe bereikt men dat: door een andere kleur of een

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

grootere lichtsterkte? Hoe reageert ons gemoed op gekleurd licht en hoe kunnen wij een bepaalde stemming teweegbrengen? Dat zijn allemaal problemen, die opgelost moeten worden. Maar daarnaast is er nog meer, waarmee rekening gehouden moet worden.

De plastiek had tot nu toe slechts buitenshuis reden van bestaan, omdat daar een goede licht- en schaduwwerking de profielen, ornamenten, basreliefs, nissen, voegen en lambrizeeringen geheel tot hun recht liet komen. Vroeger werden al deze vormen in het wilde weg ook binnen gebruikt met het gevolg, dat de zwakke en meest centrale lichtbronnen de werking van deze versieringen grootendeels te niet deden. Kleur- en materiaalverschillen moesten dan gebruikt worden om dat weer goed te maken. Tegenwoordig is het echter door het kunstlicht mogelijk geworden, dezelfde werkingen, die in de open lucht bereikt kunnen worden, ook binnen te verkrijgen en zelfs nog meer uitgesproken. Hier hebben we nu een uitdrukkingsmiddel, dat wij kunnen gebruiken, waarmee wij moeten leeren omgaan en dat dan een revolutie in de architectuur teweeg zal brengen. Natuurlijk brengt dit geheel nieuwe constructies met zich mede, die op het oogenblik nog slechts afzonderlijk voorkomen. Zij zullen in de dwarsdoorsnede van onze gebouwen, in vergelijking met het nu gebruikelijke, zeer wezenlijke verschillen veroorzaken en het zal jaren duren, eer we zoover zijn, dat wij dit nieuwe expressiemiddel zonder fouten en als vanzelfsprekend zoowel binnen als buiten zullen kunnen gebruiken.

Dit artikel had ten doel, de nieuwe ontwikkelingsgang aan te duiden en de architecten van de dringende noodzaak te overtuigen zichzelf vertrouwd te maken met de nieuwe mogelijkheden en toepassingen, die door de moderne techniek worden geboden. De figuren *5* tot *8* geven eenige voorbeelden van moderne uitvoeringen, waarbij de ruimtelijke vormen en aanleg van de verlichting zorgvuldig tegen elkaar zijn afgewogen. De ontwikkeling gaat door, is niet te stuiten; wie ze ontkent gaat achteruit en wordt vergeten, wie echter verstaat in de tred te blijven, staat midden in de maalstroom en kan werken scheppen, die werkelijk leven.

Digitized by www.freeservicemanuals.info

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

HET FOTOELECTRISCHE EFFECT EN ZIJN TOEPASSING IN FOTOCELLEN

door M. C. TEVES.

Samenvatting. In dit artikel worden de grondslagen van de foto-electrische verschijnselen behandeld. Op het uitwendige fotoeffect wordt uitvoerig ingegaan. Daarna wordt beschreven, hoe de ontwikkelingsgang tot de moderne fotokathoden heeft geleid.

Inleiding

Ongeveer honderd jaren geleden ontdekte E. Becquerel (1839), dat bij belichting een electromotorische kracht optreedt tusschen twee metalen platen, welke in een electrolyt zijn ondergedompeld. W. Smith stelde reeds in 1873 vast, dat de electrische weerstand van de halfgeleider seleen bij bestraling met licht veranderde. In 1876 bestudeerden W. G. Adams en A. E. Day het optreden van een electrische stroom in een keten, die selenium bevatte, onder de invloed van het licht. Ten slotte vond W. Hallwachs in 1887, daarbij geleid door een waarneming van H. Hertz over het dalen van de doorslagspanning bij bestraling der electroden met het licht van een andere vonkenbaan, dat een negatief geladen metalen plaat zijn lading verliest, zoodra er ultraviolet licht op valt. Is de plaat positief geladen, dan treedt dit verschijnsel niet op. P. Lenard en J. J. Thomson toonden aan, dat het licht electronen uit de plaat vrijmaakt. Deze groep van verschijnselen noemt men „foto-electrische".

De beschreven verschijnselen met het selenium, waarbij het electrische gebeuren binnen de bestraalde stof plaats vindt, worden als inwendig foto-effect samengevat. Treden echter electronen uit een bestraalde plaat naar buiten, zooals bij de laatstgenoemde proeven van Lenard en Thomson, dan spreekt men van uitwendig foto-effect.

Wij zullen ons in het volgende tot het uitwendige foto-effect beperken. De vrijgemaakte electronen treden met een bepaalde snelheid uit de plaat, kunnen dus tegen een potentiaal-verschil inloopen. Verrassend is het nu. dat het potentiaal-verschil V_{max} dat noodig is om de snelste electronen juist tegen te houden, niet van de intensiteit, doch uitsluitend van de frequentie ν van het licht afhangt en wel volgens de betrekking:

$$V_{max} = \text{const.}\ (\nu - \nu_0).$$

Licht met een frequentie kleiner dan ν_0 doet geen electronen meer uittreden. Men noemt deze frequentie ν_0 de „grensfrequentie", of ook wel de „roodgrens" van het foto-effect. Deze is een materiaal-constante.

Dit resultaat is van het standpunt van de electromagnetische lichttheorie gezien onbegrijpelijk. Immers, op de een of andere wijze moet toch de electrische veldsterkte van het licht verantwoordelijk zijn voor het losmaken van een electron uit de kathode. Deze veldsterkte is echter door de intensiteit van het licht gegeven en onafhankelijk van de frequentie.

Een dergelijke moeilijkheid treedt ook bij andere werkingen van het licht op. Bij de inwerking van het licht op de fotografische plaat bestaat er eveneens een drempelwaarde voor de frequentie, beneden welke het licht zonder werking blijft. Ook bij physiologische werkingen is het trillingsgetal van het licht vaak veel belangrijker dan de intensiteit. Blijkbaar bevatte de electrische interpretatie van het licht een belangrijke lacune.

Deze lacune werd aangevuld door het inzicht, dat lichtenergie slechts in bepaalde porties, „quanta" van de grootte $h\nu$ (dus constante maal trillingsgetal) kan worden uitgezonden of geabsorbeerd. h is de zg. constante van Planck en bedraagt $6{,}55 \cdot 10^{-27}$ ergsec. Om een electron uit een metaal te doen treden is een bepaalde energie hoeveelheid E noodig, en deze kan alleen dan aan de straling ontleend worden, wanneer deze quanta $h\nu \geqslant E$ bevat; m.a.w. wanneer ν een bepaalde waarde ν_0 overschrijdt. Is $h\nu > E$, dan wordt het overschot aan energie omgezet in kinetische energie van de uittredende electronen.

Op grond van deze beschouwingen kwam Einstein in 1905 tot de bekende vergelijking:

$$^1/_2\ m\ v_{max}^2 = h\nu - E = h\,(\nu - \nu_0) \quad . \quad (1)$$

waarin e de lading, m de massa en v_{max} de maximale snelheid der uittredende electronen beteekent. De energie $E = h\nu_0$ kan volgens de betrekking $h\nu_0 = eV_0$ omgerekend worden in een potentiaaldrempel, die de electronen moeten overwinnen bij het uittreden uit een metaal.

In de volgende *tabel I* is voor verschillende metalen de hoogte van de potentiaaldrempel V_0 in volts opgegeven en bovendien de „roodgrens" in Angström-eenheden (1 Å $= 10^{-8}$ cm).

De fotostroom is bij een bepaalde spectrale samenstelling van het licht evenredig met de lichtintensiteit. Verder is het effect zonder traagheid,

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

d.w.z. het volgt alle fluctuaties der lichtintensiteit zonder meetbare vertraging, zelfs wanneer deze plaats vinden in tijden van de orde van 10^{-8} sec.

Tabel I

Metaal	Uittreearbeid in Volts	Roodgrens in Å
zilver	4,61	3150
goud	4,90	2850
Cadmium	4,00	3100
kwik	4,53	2735
wolfraam	4,50	2700
molybdeen	4,15	3000
platina	6,30	1960
lithium	2,28	5400
natrium	2,46	5000
kalium	2,24	5500
rubidium	2,15	7500
caesium	1,90	6500

Wanneer buiten het metaal een electrisch veld bestaat, waardoor alle uittredende electronen onmiddellijk uit de nabijheid van het metaal worden weggevoerd, dan ontstaat er een „verzadigingsstroom", waarvan het bedrag afhangt van het aantal op het metaal vallende lichtquanta, dus van de lichtintensiteit, voor zoover natuurlijk de frequentie boven de door de vergelijking van Einstein gegeven waarde ν_0 ligt. Verder speelt dan nog een met de frequentie van het lichtquant varieerende kans, dat een electron geëmitteerd wordt, een rol.

In *fig. 1* is het verloop van de fotostroom per lumen in afhankelijkheid van de anodespanning voor twee verschillende moderne fotokathoden geteekend. Uit de figuur blijkt duidelijk het verschijnsel van verzadiging, dat ook bij deze alleen optreedt, wanneer alle uittredende electronen onmiddellijk uit de nabijheid van het oppervlak worden weggevoerd.

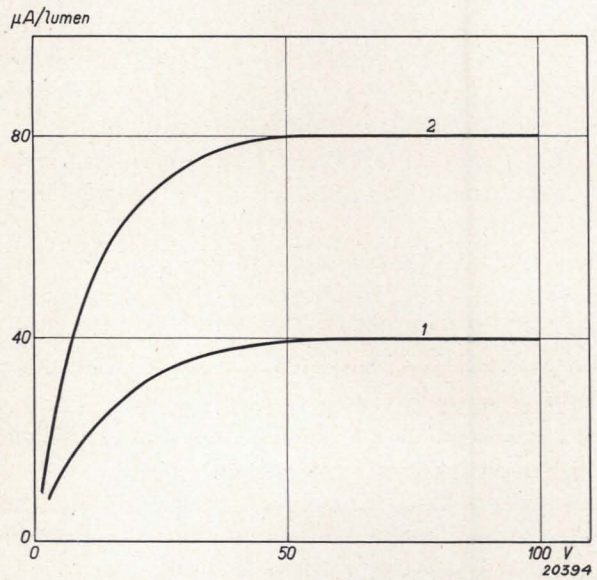


Fig. 1. Fotostroom per lumen als functie van de anodespanning voor twee verschillende moderne fotokathoden van het type caesiumoxyde op zilver in vacuum. *1* normale basis, *2* speciale basis. De krommen stellen maximaal bereikte waarden voor en gelden voor bestraling met een gloeilamp, die op een temperatuur van 2600 ° K brandt.

De volgende eenvoudige berekening zal een indruk geven van de mogelijk grootte-orde van de verzadigingsstroomen. Als golflengte is gekozen $\lambda = 7000$ Å, of $\nu = \frac{\text{lichtsnelheid}}{\text{golflengte}} = 0{,}43 \cdot 10^{15}$ sec.$^{-1}$ dus het langgolvige rood, omdat moderne fotocellen meestal in dit frequentiegebied de grootste gevoeligheid hebben. Een quantum $h\nu$ van deze straling heeft de energie $6{,}55 \cdot 10^{-27} \cdot 0{,}43 \cdot 10^{15} = 2{,}81 \cdot 10^{-12}$ erg. Door 1 watt kunnen dus per seconde $10^7 : 2{,}81 \cdot 10^{-12} = 3{,}56 \cdot 10^{18}$ electronen worden vrijgemaakt. Als stroom zou dit overeenkomen met $1{,}59 \cdot 10^{-19} \cdot 3{,}56 \cdot 10^{18} = 0{,}566$ A. Feitelijk heeft men tot nu toe niet meer dan ruim 1/500 van deze gevoeligheid bereikt, zooals bijv. de in *fig. 2* weergegeven krommen aantoonen. Deze krommen gelden evenals die van fig. 1 voor moderne fotocellen, die verderop in dit artikel zullen worden besproken. Voor metalen zijn de fotostroomen nog veel kleiner.

Bij verlichting met een gloeilamp correspondeert kromme *1* van deze figuur met een opbrengst van 80 μA/lumen. Practisch kunnen zelfs de met deze gevoeligheid bereikbare stroomen nog onhandelbaar klein worden. (Zie bijv. de in het artikel „Een beveiligingsinstallatie met infra-roode stralen" [1]) doorgevoerde schatting.) Het is dus voor technische toepassingen van de grootste beteekenis, om het rendement van fotocellen zoo hoog als mogelijk op te voeren.

De kromme, welke het verloop van de gevoeligheid als functie van de frequentie van het invallende licht weergeeft, heet de kleurkromme of de spectrale gevoeligheidskromme. Fig. 2 geeft zulke gevoeligheidskrommen. Verticaal is de fotostroom gedeeld door de ingestraalde energie in μA/watt uitgezet. Horizontaal onder de golflengte in microns en de frequentie. Boven is in horizontale richting de schaal van de zg. „electronenvolts" geteekend, die aangeeft, welke spanningen in volts volgens de betrekking $e\,V = h\,\nu$ met de frequenties overeenstemmen. Men kan zoo zeggen, dat de roodgrens voor beide kathodes bij een golflengte van omstreeks 1,5 μ ligt (1 μ = 10^4 Å), de frequentie is dan $2 \cdot 10^{14}$ trillingen per sec. en correspondeert met 0,83 electronenvolts. Op dezelfde wijze kan men

[1]) A. L. Timmer en A. H. van Assum, Philips techn. T. **1**, 306, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

voor beide kathodes de maximale gevoeligheid opgeven in elk der drie schalen.

Technische ontwikkeling

Bij de toepassingen van het fotoelectrische effect gaat het er om een maximale stroom te verkrijgen bij het gebruik van een bepaalde lichtbron. Dit is practisch steeds een gloeilamp, die verreweg het grootste gedeelte van haar energie in het infraroode gedeelte van het spectrum uitzendt.

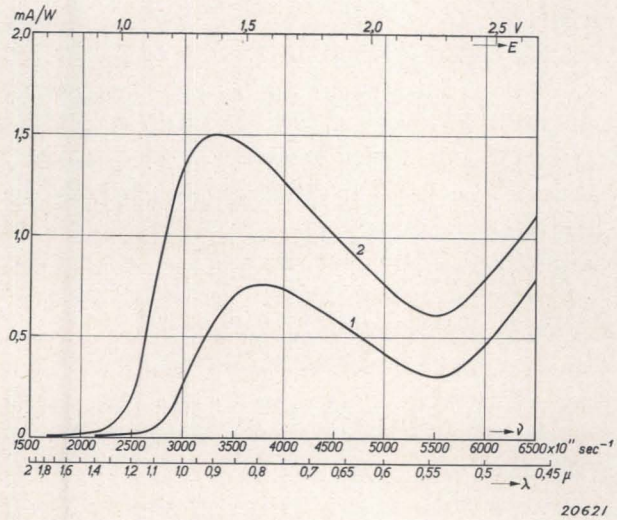


Fig. 2. „Kleurgevoeligheidskromme". Fotostroom als functie van de frequentie van het invallende licht voor dezelfde twee typen fotocellen, waarvoor in fig. 1 de fotostroom is opgegeven.

Men ziet uit tabel I, dat alleen de alkaliën lithium, natrium, kalium, rubidium en caesium hun roodgrens in het zichtbare gebied hebben, voor caesium het meest naar rood verschoven. Voor infrarood zijn ze ongevoelig. De maximale gevoeligheid ligt voor kalium bij 4350 Å, voor rubidium bij 4800 Å en voor caesium bij 5400 Å. Zelfs bij toepassing van een caesiumcel worden door een gloeilamp slechts 3 tot 4 procent van het licht met voldoende hooge frequentie uitgestraald om aanleiding tot foto-emissie te kunnen geven. Andere metalen zijn, zooals men uit de tabel ziet, nog minder bruikbaar.

Elster en Geitel vonden, dat door het blootstellen van kalium, dat op de wand van een ballon was neergeslagen, aan een electrische ontlading in waterstof een lichtgevoelige laag wordt verkregen, waarvan de roodgrens eenige duizenden Ångström ten opzichte van onbehandeld kalium naar rood is verschoven. Men noemt deze cellen „gehydreerde cellen". De roodgrens van caesium en rubidium ligt bij grootere golflengten dan die van kalium en men zou dus mogen verwachten, dat deze metalen, indien ze gehydreerd worden, nog gunstiger resultaten geven. De stabiliteit van gehydreerde Rb- resp. Cs-kathoden is echter bij kamertemperatuur onvoldoende om tot een bruikbaar product te komen.

Bij de ontwikkeling van de moderne foto-electrische cellen werden andere wegen ingeslagen. Langmuir en Kingdon hadden gevonden, dat de electronenemissie van gloeidraden, bijv. wolfraamdraden, sterk werd verhoogd, door op dit metaal een laag van een electropositief metaal (aardalkaliën: Ba; alkaliën : K, Rb of Cs) aan te brengen.

Verhit men bijv. in een vacuum een wolfraamdraad, waarop een dun laagje caesium is neergeslagen, dan zendt de draad reeds bij 300 ° C electronen uit, die men door een potentiaal-verschil naar een anode kan trekken. Verhoogt men geleidelijk de draadtemperatuur, dan wordt ook deze emissie grooter, bereikt een maximum en begint bij ca. 700 ° C weer te dalen. Dan begint namelijk het caesium van de draad af te dampen.

Dat het caesium tot zoo hooge temperaturen op de draad blijft, bewijst dat de caesiumatomen met groote krachten door het wolfraam worden vastgehouden. Men neemt aan, dat ze geioniseerd zijn en een electron aan het onderliggende wolfraam hebben afgestaan. De geioniseerde atomen caesium vormen een positieve oppervlaktelading en verlagen daardoor de potentiaaldrempel V_0 voor het uittreden van electronen.

Dit volgt direct uit *fig.* 3. Het electron komt, zoodra het de laatste wolfraamatomen gepasseerd is, in een versnellend veld, dat het uittreden vergemakkelijkt. Deze verlaging van de uittree-arbeid, oorspronkelijk dus bij de electronenemissie van gloeidraden gevonden, geldt evenzeer voor het foto-electrische effect.

Is het wolfraam met een laag negatieve ionen bedekt, bijv. door adsorptie van zuurstofatomen, dan vindt het omgekeerde plaats, de uittreding wordt bemoeilijkt, de potentiaaldrempel V_0 stijgt.

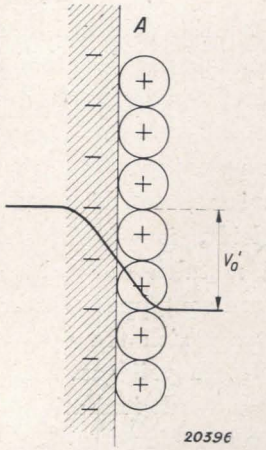


Fig. 3. Beinvloeding van de uittree-arbeid van wolfraam door geadsorbeerde caesium-atomen. De op het wolfraam gebonden caesiumatomen staan hun electronen aan het wolfraam af. Hierdoor ontstaat een electrische dubbellaag. De uit het wolfraam tredende electronen ondervinden een versnellend veld, waarvan de potentiaalsprong V_0' is, welke V_0 verlaagd, waardoor het uittreden vergemakkelijkt wordt.

Ives en anderen vonden, dat oppervlaktelagen van electropositieve metalen ook foto-electrisch bijzonder bruikbaar zijn, de roodgrens ligt ver naar het infrarood verschoven. Koller beschrijft de combinatie zilver—monoatomaire zuurstoflaag—monoatomaire caesiumlaag, bij welke

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

de foto-emissie nog verder naar infrarood verplaatst is.

Weer een andere weg zijn de Boer en Teves gevolgd en wel geleid door de volgende overwegingen.

Om een hooge fotostroom te verkrijgen is het gewenscht:

1) de uittree-potentiaal zoo ver mogelijk te verlagen.
2) het rendement, d.w.z het percentage van geabsorbeerde lichtquanta, dat werkelijk aanleiding tot foto-emissie geeft, zoo hoog mogelijk op te voeren.

Het eerste gezichtspunt leidt, zooals wij geschetst hebben, tot de toepassing van sterk electropositieve metalen. Metalen zijn echter vanuit het tweede gezichtspunt minder geschikt, want de electronen zijn in metalen gemakkelijk beweeglijk, zoodat de lichtenergie voor het grootste gedeelte in de vorm van warmte wordt verbruikt. Het foto-electrische effect in isolatoren heeft een veel beter rendement. Bij absorptie van licht door vrije atomen (bijv. in een gas) maakt ieder geabsorbeerd lichtquant met een energie grooter of gelijk aan de ionisatie-energie één electron vrij.

Door de Boer en Teves werden onderzoekingen verricht met het doel, om het foto-effect aan oppervlakken in deze richting te beinvloeden, en wel door caesium te laten adsorbeeren aan overgedampte zoutlagen. Hiertoe werden eerst lagen van bariumfluoride gebruikt, die in vacuum overgedampt waren en daardoor een lamellaire structuur vertoonen met een groot oppervlak (ca. 100 maal grooter dan bij compacte structuur), dat talrijke plaatsen van zeer sterk adsorptievermogen bevat. Het mechanisme, dat hier tot emissie van foto-electronen leidt, is geheel verschillend van dat, hetwelk bij metalen optreedt.

Het aan een zoutoppervlak geadsorbeerde alkali-atoom gedraagt zich ten opzichte van een lichtquantum als een vrij gasvormig atoom, waarvan door de adsorptie de ionisatie-energie veranderd is. Een lichtquantum kan nu dit atoom ioniseeren en het electron kan daarbij in het vacuum uittreden. Men zou dus hier evenals bij gassen van foto-ionisatie kunnen spreken.

Heeft de foto-ionisatie van een geadsorbeerd atoom plaats gevonden en is een electron als foto-electron uitgezonden dan blijft een positief geladen metaalion achter. Dit moet nu geneutraliseerd worden, voordat het opnieuw aan de emissie kan deelnemen. Uit de zoutlaag zelf kan niet zonder meer een electron voor deze neutralisatie worden verkregen, dit zou alleen verplaatsing van lading beteekenen. Het electron moet worden gehaald uit de metalen onderlaag, waarop de zoutlaag is aangebracht. Inderdaad is dit mogelijk, tenminste bij zeer dunne zoutlagen (100—1000 moleculen dik) en wel doordat het veld door een positief ion veroorzaakt voldoende is om direct een electron uit de metalen onderlaag te trekken.

Is de zoutlaag met fijne metaaldeeltjes vermengd, dan kunnen deze als tusschenleveranciers dienen; is het doorgeefmechanisme echter onvoldoende ontwikkeld of overbelast door te groote stroomafname, dan kunnen vermoeidheidsverschijnselen optreden, doordat in de laag niet geneutraliseerde positieve ladingen blijven bestaan. Door de inbouw van metaaldeeltjes in het zoutrooster wordt het doorgeefmechanisme verbeterd en kan de opbrengst zeer verhoogd worden. Het spreekt vanzelf, dat de zoutlaag zoo moet worden gekozen, dat voor het daarop geadsorbeerde alkali-atoom de ionisatie-energie zooveel mogelijk verkleind wordt; dan verschuift de roodgrens naar lagere frequenties. Nog beter dan met halogeniden gaat dit met oxyden; het beste met caesiumoxyde.

De gunstigste combinatie, die door langdurige proeven vastgesteld werd, bestaat uit een zilverspiegel, welke door een glimontlading in zuurstof geoxydeerd wordt tot zilveroxyde en welke daarna aan de inwerking van caesiumdamp wordt blootgesteld. Het zilveroxyde gaat over in een caesiumoxyde, het gevormde vrije zilver blijft uiterst fijn verdeeld in het caesiumoxyde achter en veroorzaakt storingplaatsen, waardoor het geleidingsvermogen van dit oxyde wordt verhoogd.

Tabel II geeft de gevoeligheid weer, welke met caesium-fotocellen bereikt wordt, alsmede het golflengtegebied van maximale gevoeligheid en de

Tabel II.

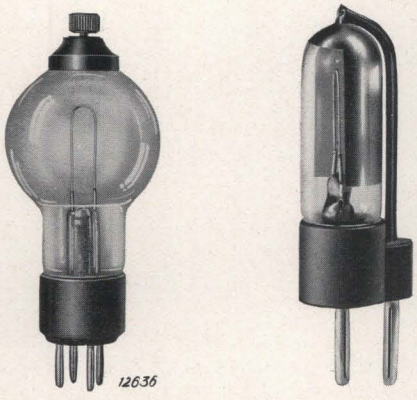
gevoelige laag	max. gevoeligheid (ca)	golflengte van max. gevoeligheid	roodgrens (ca)
	μA/lumen*)	A	A
zuiver Cs	0,15		6300
Ag met monoatom. bedekking van 0_2 en Cs	1,5	3500	8000
Ag met zuiver Cs_20 en Cs (monoatomair) . .	12	6100	11500
idem met Ag in het Cs_20	20	7000—8000	12000
idem met extra Ag in het Cs_20	30	7500—8000	12000
idem met extra Cs in het Cs_20	40	7500—8000	14000
idem met extra Ag en extra Cs in het Cs_20	55	7500—8500	17000

*) Voor het licht van een wolfraamlamp, die op 2600 ° K brandt.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

roodgrens. De gevoeligheden worden opgegeven in μA/lumen, waarbij met licht van een wolfraamlamp belicht werd, die op 2600 ° K brandde.



a) b)

Fig. 4. Foto-electrische cellen met caesiumkathode,
a) in vacuum (type 3512).
b) in gasvulling (type 3530).

Het nuttig effect, d.w.z. de verhouding van het aantal uitgezonden foto-electronen tot het aantal ingestraalde lichtquanten, is in dit laatste geval voor de meest gunstige lichtsoort omstreeks 1: 100. Dit wijkt nog zeer veel af van 1 : 1. Slechts een kleine fractie van de lichtquanten wordt nl. door de geadsorbeerde Cs-atomen opgenomen. Het grootste gedeelte wordt geabsorbeerd in de gekleurde zoutlaag, zoodat hun werking verloren gaat.

De fotostroom kan in bepaalde gevallen nog versterkt worden door een edelgasvulling toe te passen; door stootionisatie van de electronen met de edelgasatomen kan men bereiken, dat voor één uit de fotokathode uittredend electron gemiddeld 5 à 10 electronen op de anode terechtkomen. Op deze wijze gelukt het, 100 tot 200 μA/lumen bij kleine stroomen gedurende langere tijd te verkrijgen.

Bezwaren van de gasvulling zijn o.a. haar traagheid, een gevolg van de tijd, die noodig is voor het ionisatieproces en het uitsterven daarvan, verder het feit, dat er geen lineair verband tusschen lichtstroom en electronenstroom bestaat, benevens de grootere „toevallige" variaties in de electronenstroom bij constante lichtsterkte, die zich als ruischen kenbaar maken.

Fig. 4 toont het uiterlijk van twee fotoelectrische cellen met caesiumkathoden, a) in vacuum, b) met gasvulling.

Fig. 5 geeft de gemiddelde fotostroom in μA/lumen voor normale met gas gevulde Cs-fotocellen, Een verzadigingsstroom, als de spanning toeneemt. vindt men niet. De met toenemende spanning aangroeiende stroom leidt door de steeds grooter wordende ionisatie tenslotte tot een doorslag, waarbij de stroom door het edelgas onafhankelijk van de belichting onderhouden wordt.

Voor beide typen van cellen is een belasting toelaatbaar van 5 μA per 100 cm² kathode-oppervlak. Na 1000 uren is dan de gevoeligheid nog 60 procent van de oorspronkelijke. De doorslagspanning voor de gascel in het donker bedraagt 150 Volt, de bedrijfsspanning 100 Volt. In het donker is de stroom die tengevolge van de thermische emissie bij kamertemperatuur van de kathode uitgaat ca. 10^{-10} A/cm² kathode-oppervlak. Bij temperaturen van 15 - 30 °C neemt deze met 10 procent per graad toe.

Voor ultraviolet licht (bijv. beneden 4000 of 3000 Å) gebruikt men andere cellen en wel beneden 4000 Å Na-cellen, beneden 3000 Å Cd-cellen. Beneden 3500 Å moet een ballon van ultraviolet licht doorlatend glas gebruikt worden, bij golflengten kleiner dan 2800 Å is kwarts noodig.

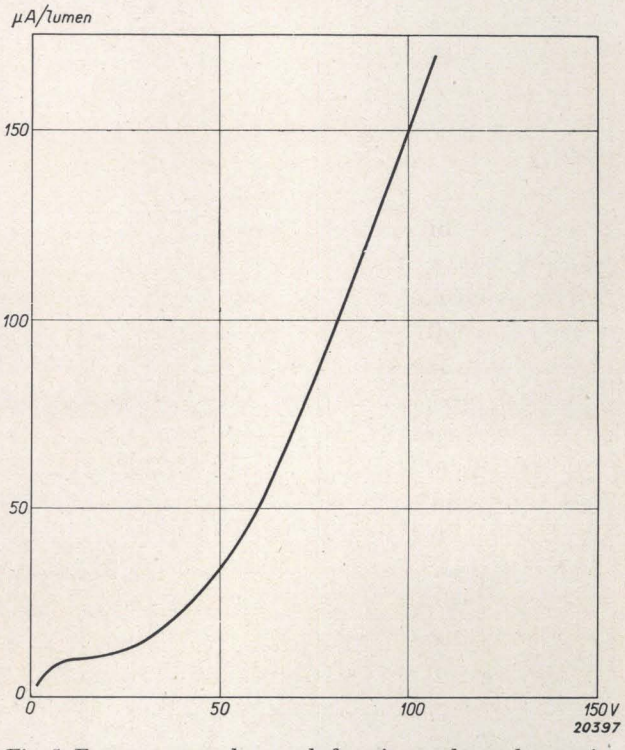


Fig. 5. Fotostroom per lumen als functie van de anodespanning voor een met gas gevulde fotocel. In tegenstelling tot de krommen voor vacuumcellen (fig. 1) vertoont deze kromme met toenemende anodespanning geen verzadiging.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

BIOLOGISCHE WERKING VAN DE STRALING VAN DE „BIOSOL" LAMP

door A. VAN WIJK.

Samenvatting. De „Biosol" lamp met bijbehoorend apparaat wordt beschreven. Metingen over de spectrale verdeeling der uitgezonden straling worden behandeld. De spectrale gevoeligheidskrommen van verschillende biologische en therapeutische werkingen van ultraviolet licht worden besproken.

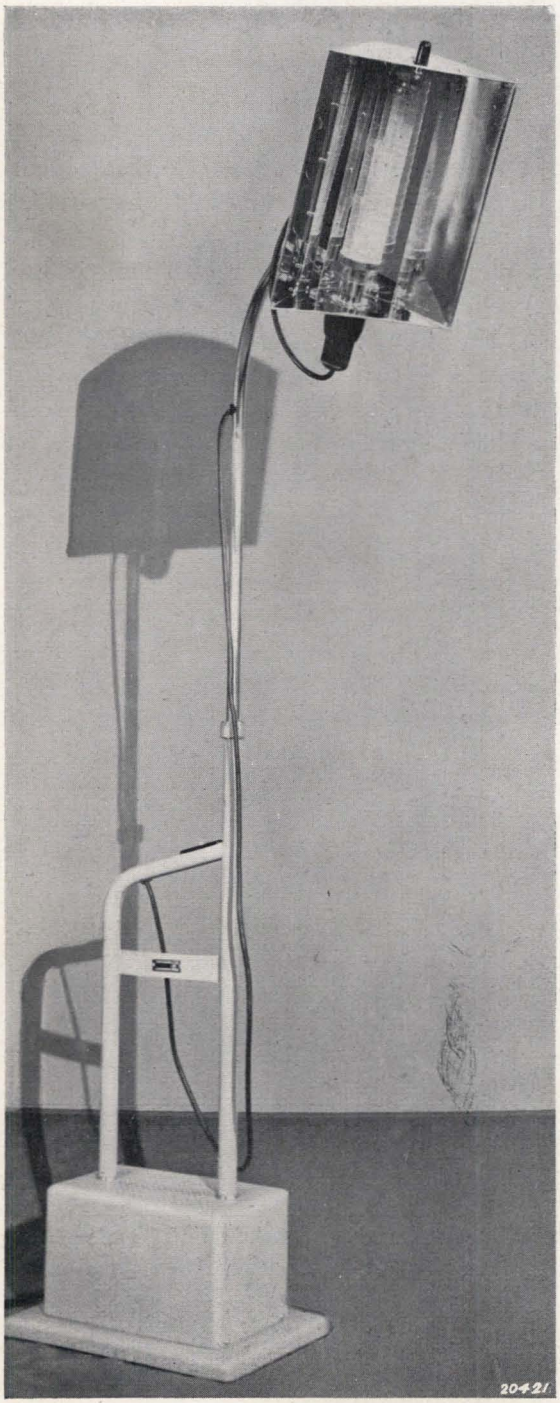


Fig. 1. Philips „Biosol" Apparaat.

De „Biosol" lamp en het bijbehoorende apparaat

De „Biosol" lamp, welke in de eerste plaats bestemd is voor medische toepassing, is een buisvormige kwartslamp, waarin een boogontlading brandt in kwikdamp, tusschen vaste electroden. De dichtheid van de kwikdamp wordt tijdens het bedrijf op een constante waarde gehouden, de dampdruk is van de orde van grootte van 1 atmosfeer. Er worden twee typen gefabriceerd, nl. type A met een verbruik van 250 watt en type B met een verbruik van 475 watt. In het algemeen wordt de „Biosol" op het wisselstroomnet aangesloten onder voorschakeling van een smoorspoel (voor spanningen van 200—260 V). Voor wisselspanningen kleiner dan 200 V wordt op een transformator aangesloten. Smoorspoel en eventueel transformator bevinden zich in de voet van een statief, waarin de lamp is opgenomen in een in hoogte verstelbare en draaibare reflector met een spiegelend oppervlak van chroom (*fig. 1*). De reflector bestaat uit zes facetten, onder zoodanige hoeken, dat de straling gereflecteerd op ieder dezer facetten juist een zelfde strook ter breedte van 40 cm op 50 cm afstand van de lamp verlicht (*fig. 2*) Hierdoor wordt een zeer gelijkmatige verdeeling over het bestralingsveld verkregen, ook op grootere afstanden van het apparaat (*fig. 3*).

De lamp ontsteekt bij het inschakelen van de spanning veelal zonder meer, anders wordt een in het apparaat opgenomen drukknop gebruikt, waardoor voor een oogenblik een hoogere spanning er opgezet kan worden, verkregen door de secundaire van een kleine transformator met de netspanning in serie te schakelen. Deze stroom is dan sterk begrensd door een groote weerstand (*fig. 4*). Om de lamp heen kan voor toepassingen waarbij zulks gewenscht is een filter worden geschoven van ultraviolet-doorlatend glas, dat de kortere ultraviolette golflengten (kleiner dan ca 0,28 μ) sterk absorbeert en de langere goed doorlaat, waardoor de lamp andere biologische eigenschappen verkrijgt. *Fig. 5* geeft het spectrum van de „Biosol" zonder en met filter. Men ziet

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

duidelijk, dat men met een lijnenspectrum te doen heeft.

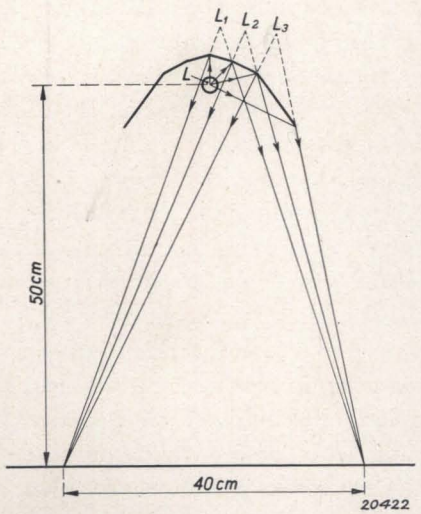


Fig. 2. Lichtstralengang „Biosol"-reflector. De virtueele beelden (L_1, L_2, L_3 — evenzoo de niet geteekende L_4, L_5, L_6) van de lichtbron L bestralen door de apertuur, gevormd door de reflectorfacetten, dezelfde strook van 40 cm breedte op 50 cm afstand.

Dosimetrie van ultraviolette straling

Zoodra men niet te doen heeft met enkelvoudige, monochromatische straling, doch met een stralenmengsel, waarin verschillende golflengten voorkomen, is waardeering van de sterkte een moeilijk probleem, waarvoor geen algemeene regel is te geven. De waardeering hangt dan nl. af van het effect dat men door de straling wenscht te bereiken resp. te beschouwen. Zoo kunnen verschillende mengsels van zichtbare straling, die eenzelfde sterkte van de oogindruk in het leven roepen, geheel verschillende waarden hebben, wat bijv. de fotografische

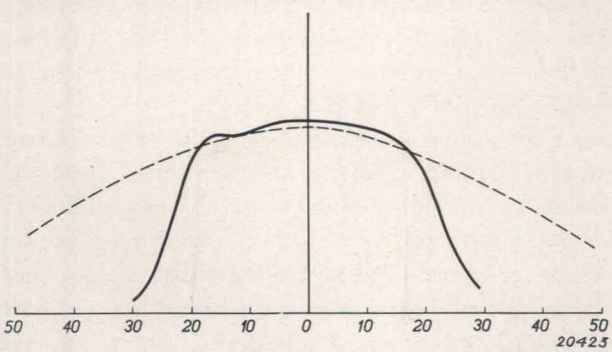


Fig. 3. Relatieve bestralingsintensiteit op een vlak op 50 cm afstand van de „Biosol" lamp in reflector als functie van de afstand uit het midden van het bestralingsveld. De krommen stellen metingen voor verricht in de richting evenwijdig met de lampas (gestippeld) en in de richting loodrecht op de lampas (getrokken).

werkzaamheid betreft, of ook om een ander voorbeeld te noemen, wat de werkzaamheid betreft bij het assimilatie-proces van de groene planten-deelen. De oorzaak van de verschillende waarden van stralenmengsels van verschillende samenstelling is gelegen in het feit, dat de genoemde processen verschillende gevoeligheidskrommen in afhankelijkheid van de golflengte vertoonen. Dit wil zeggen, dat de invloed van een bepaalde hoeveelheid monochromatische straling nog afhangt van de waarde van de golflengte. Om dus het effect van een stralenmengsel te berekenen, moet men in de eerste plaats weten, hoe de stralingsenergie over de verschillende golflengten verdeeld is en vervolgens moet men voor elke golflengte de factor kennen, die de „gevoeligheid" van het beschouwde proces aangeeft. Door vermenigvuldiging van deze twee getallen en sommeering resp. integratie over het geheele in aanmerking komende gebied van golflengten wordt dan een grootheid verkregen, die de grootte van het te verwachten effect bepaalt.

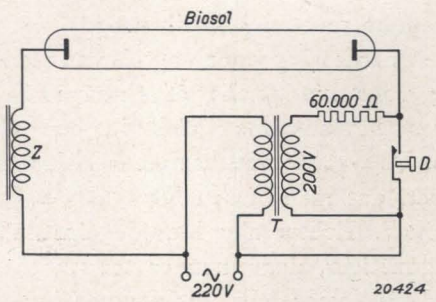


Fig. 4. Schakelschema van de „Biosol" met ontsteekinrichting. Indien de drukknop D niet wordt ingedrukt, is het contact gesloten. Op de „Biosol" staat 220 V spanning van het net over de smoorspoel Z. De secundaire wikkeling van een kleine hulptransformator T is gesloten over een weerstand van ca. 60 000 Ohm en de drukknopschakelaar. Indien de lamp niet ontsteekt, wordt D ingedrukt; de secundaire spanning van T staat nu in serie met de netspanning, over de weerstand van 60 000 Ohm, waardoor de buis ontsteekt, doch de stroom zeer gering blijft. (ca. 7 mA) Bij loslaten van D wordt weer direct op het net aangesloten, de ontlading blijft doorgaan, de stroom is thans slechts door de smoorspoel Z begrensd.

Daar, zooals reeds gezegd werd, verschillende stralingseffecten verschillende gevoeligheidskrommen vertoonen, kan men op grond van de waarde, die een bepaald stralingsmengsel voor één van zulke effecten heeft, niets besluiten omtrent de waarde van hetzelfde mengsel voor andere processen, waarvoor de gevoeligheid op andere wijze van de golflengte afhangt.

Nog even aanknoopend aan de inleidende beschouwing over de waarde van een mengsel van zichtbare straling moet men dus besluiten, dat de opgave van de door de bedoelde straling veroorzaakte verlichtingssterkte op een bepaald vlak, waarvoor men een bepaalde eenheid nl. de lux heeft ingevoerd, nog niets zegt omtrent de met deze straling te bereiken plantengroei of zwarting van de fotografische plaat. De waardeering in lux is

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

terug te brengen op de zg. normale relatieve ooggevoeligheidskromme. Het is nl. mogelijk gebleken een ooggevoeligheidskromme op te stellen, die als in voldoende mate geldend voor elk normaal

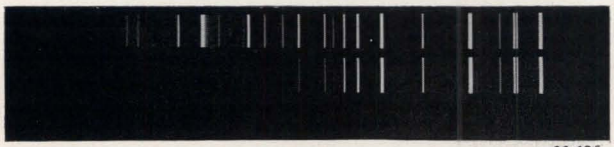


Fig. 5. Spectrum van de „Biosol" lamp met en zonder filter. Gelijke expositie-tijden.

individu beschouwd mag worden. Voor een bepaald soort fotografische plaat kan men evenzoo een gevoeligheidskromme opstellen. Op deze gevoeligheidskromme moet men zich dan baseeren om te komen tot een „fotografische eenheid van belichting geldig voor het beschouwde plaattype". Voor andere plaattypen zal men dan weer een andere gevoeligheidskromme moeten gebruiken.

Bij de waardeering van mengsels van ultraviolette straling voor biologische of therapeutische toepassingen bevindt men zich in een dergelijke situatie. De waarde van het mengsel hangt af van het effect, dat men in een bepaald geval wenscht te bereiken. Echter zijn hier de omstandigheden nog ongunstiger, daar men er tot nu toe niet in geslaagd is, voor elk in aanmerking komend biologisch of therapeutisch proces de gevoeligheidskromme op te stellen. Zelfs is de vraag gerechtvaardigd of voor de verschillende processen inderdaad gevoeligheidskrommen bestaan, die in voldoende mate als voor de normale individuën geldend beschouwd mogen worden. Ofschoon men voor het invoeren van een eenheid voor één bepaald biologisch proces, in analogie aan de lux bijv., niet strikt de kennis van de betreffende gevoeligheidskromme voorop behoeft te stellen, is het wel absoluut noodzakelijk te weten, dat zulk een kromme in principe bestaat.

Men moet dus concludeeren, dat van het invoeren van één enkele eenheid voor de sterkte van ultraviolette stralen, met het oog op biologische of therapeutische toepassing, geen sprake kan zijn; dat men hoogstens kan overwegen een geheele reeks van dergelijke eenheden in te voeren, doch voorts, dat op het huidige oogenblik de daarvoor benoodigde kennis niet voldoende is.

Voornamelijk is het feit, dat de biologische en therapeutische gevoeligheidskrommen van de ultraviolette straling niet voldoende bestudeerd zijn, het gevolg van experimenteele moeilijkheden, zooals het verkrijgen van voldoend sterke monochromatische stralingen van verschillende golflengten om de te beschouwen effecten te bestudeeren. Hierbij komen dan de nog altijd groote moeilijkheden van het quantitatieve biologische experiment. Feitelijk is slechts voor het geval van de zg. erytheemvorming een relatieve gevoeligheidskromme opgesteld in een vorm en met een nauwkeurigheid, die passen bij het beschouwde probleem. Er moge hier opgemerkt worden, dat men onder „erytheem" verstaat het „rood verbranden" van de huid, zooals dat waargenomen wordt enkele uren na bestraling met een voldoend groote dosis ultraviolet licht. Wanneer de bestraling vrij sterk geweest is, gaat in het algemeen de roode verkleuring van de huid langzaam over in een bruine verkleuring, welke tamelijk lang kan blijven en „pigmentatie" genoemd wordt. Is de bestraling niet zoo krachtig geweest, dan verdwijnt de roode kleur bijv. na ca. 20 à 40 uur en laat geen zichtbare teekenen na. De thans als beste aanvaarde erytheemkromme is bepaald door Coblentz en Stair[1]). In hoeverre deze erytheemkromme werkelijk als voldoende geldig voor alle normale individuen beschouwd mag worden, maakt nog een punt van strijd uit.

Van verschillende andere processen weet men wel iets omtrent de invloed van de golflengte, doch niet voldoende om deze wetenschap als basis voor de invoering van een eenheid te kunnen gebruiken. Zoo weet men, dat globaal gesproken, de pigmentatie („bruin verbranden") eenigermate parallel verloopt met de erytheemvorming, ofschoon veelal aangenomen wordt, dat zoowel aan de kant van de lange als van de korte golflengten verschillen aanwezig zijn. Betreffende de genezing van rachitis of Engelsche ziekte, welke berust op vorming van vitamine-D in de huid, weet men, dat slechts golflengten kleiner dan ca. 0,31 μ werkzaam zijn, juist als bij de erytheemvorming, doch verder verloopt de kromme zeker verschillend[2]). De bactericide of bacteriedoodende werking heeft haar maximum bij ca. 0,25 à 0,26 μ en valt naar weerszijden af. Bij behandeling van lupus of huidtuberculose schijnt speciaal het golflengtegebied tusschen 0,32 en 0,35 μ van belang te zijn. Wanneer ultraviolette straling valt op de bindvliezen of conjunctiva van de oogen en de dosis voldoende groot geweest is, treedt na verloop van enkele uren een pijnlijk gevoel in de oogen op, alsof hierin zand gekomen was. Dit verschijnsel is voldoende bekend bij hen, die wel eens een gletscherwandeling gemaakt hebben zonder de oogen hierbij voldoende door een afsluitende bril te beschermen.

---

[1]) Res. Paper Nr. 631, Bur. Stand., J. Research, **12**, 13, 1934.
[2]) Vgl. bijv. Bunker en Harris, Science **83**, 487, 1936. E. Gorter, J. Pediatrics, **4**, 1, 1934.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Door het vooruitsteken van het voorhoofd over de oogen zijn deze tegen de direct van boven komende zonnestraling tamelijk goed beschermd. De straling echter, die weerspiegeld is op sneeuw of ijs of op een vlak wateroppervlak of helder duinzand, treft de oogen vanuit een richting, waarin ze niet beschermd zijn. Het genoemde effect, dat conjunctivitis genoemd is, daar het een ontsteking der conjunctiva is, verdwijnt na bijv. een tiental uren weer. De conjunctivitiswerking is bij ca 3000 Å nog vrij gering, doch stijgt naar kortere golflengten sterk. In *fig. 6* is de conjunctivitiskromme, uit gegevens van Fischer, Eymers en Vermeulen[3]) berekend, eveneens weergegeven.

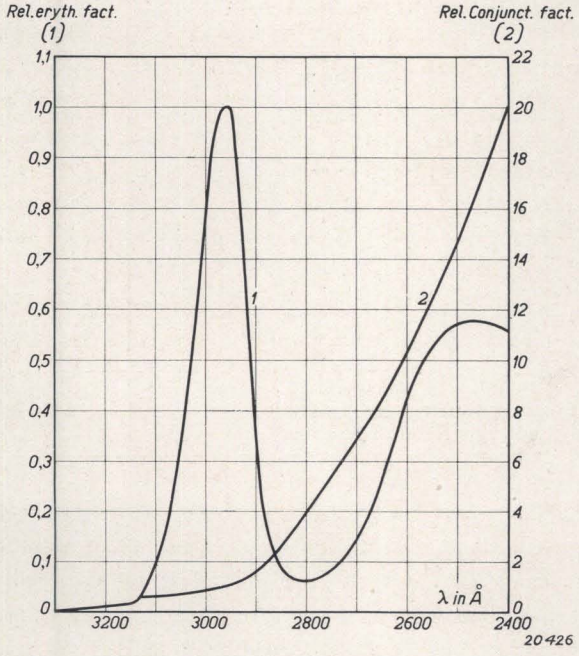


Fig. 6. 1. Erytheemkromme volgens Coblentz en Stair.
2. Conjunctivitiskromme volgens Fischer, Eymers en Vermeulen.
In beide gevallen is als functie van de golflengte uitgezet het omgekeerde van de dosis benoodigd voor het bereiken van een juist waarneembaar effect. De maximale waarden in dit bereik van golflengten zijn willekeurig gelijk aan 1 gesteld.

Onder de in het bovenstaande geschetste omstandigheden is de eenige wijze om opgave te doen omtrent de in een bepaald toepassingsgeval gebruikte doseering van ultraviolette straling, de samenstelling ervan zoo nauwkeurig mogelijk physisch vast te leggen, d.w.z. op te geven de intensiteit in de verschillende golflengten en de bestralingstijd. Alle andere opgaven, bijv. uitgedrukt in „erytheemeenheden", — waartoe men zich wel eens laat verleiden door het betrekkelijke gemak, waarmee deze bepaald kunnen worden — geven niets essentieels en leiden slechts tot onvolledigheid. Naar de mate, waarin de biologische werkzaamheidskrommen beter bekend geraakt zijn, is men in staat meer omtrent de met een bepaalde straling — d.w.z. eene waarvan de spectrale verdeelingskromme bekend is — te bereiken effecten af te leiden.

De problemen, waarmee men zich dan ook op het huidige oogenblik op het gebied der dosimetrie van ultraviolette straling in hoofdzaak bezig houdt, zijn: bepaling van de spectrale intensiteitsverdeeling van de straling van ultraviolette lichtbronnen en bepaling der biologische gevoeligheidskrommen[3]).

Spectrale intensiteitsmetingen aan de „Biosol"

Van de door de „Biosol" uitgezonden spectraallijnen tusschen 3130 en 2480 Å is de intensiteit in absolute waarde bepaald. In *tabel I* zijn voor beide typen „Biosol" de meetresultaten aan de lamp zonder filter en zonder reflector gegeven. Ter vergelijking zijn bijgevoegd de door Krefft en Pirani gepubliceerde relatieve waarden, gevonden aan een analoge kwikontlading bij een dampdruk, zooals die bij de „Biosol" heerscht.

Tabel I

Golflengte in Å	Intensiteit in duizendtallen ergs per cm² per sec op 50 cm afstand		Relatieve intensiteit (Kr. en P.)	Verhouding Absolute intensiteit / Relatieve intensiteit (Kr. en P.)	
λ	„Biosol" A	„Biosol" B		„Biosol" A	„Biosol" B
3130	2,01	4,76	66,4	30	72
3022	0,864	2,10	31,5	27	66,5
2967	0,493	1,05	14,8	33	71
2894	0,180	0,425	5,9	30[5]	72
2804	0,325	0,855	11,3	29	75,5
2753	0,115	0,270	3,8	30	71
2699	0,150	0,350	4,9	30[5]	71,5
2652	0,687	1,640	22,4	30[5]	73
2537	1,17	2,370	29,1	40	81,5
2483	0,370	0,880	12,3	30	71,5
			Gemiddeld	30	71,5

Behalve voor de lijn met een golflengte van 2537 Å, waarvan de intensiteit sterk van de druk afhangt, komen onze waarden en de relatieve waarden van Krefft en Pirani behoorlijk met elkaar overeen. Daar Kr. en P. ook bij langere golflengten, inclusief het zichtbare gebied gemeten hebben, kunnen we uit hun waarnemingen met de in tabel I gevonden omrekeningsfactor de intensiteit van de „Biosol" lampen ook in dit gebied berekenen. Voor controle is uit de zoo verkregen intensiteit der zichtbare lijnen de lichtsterkte van de „Biosol" lampen berekend (gebruik makend van de relatieve ooggevoeligheidskromme en van de waarde van het

[3]) Vgl. Rapport 1935 van de Commissie v. Ultraviolette Straling, v. h. Intern. Verlicht. Comité.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

mechanisch lichtaequivalent) en vergeleken met de direct gemeten waarden. Zie *tabel II*.

Tabel II.

Type	Lichtsterkte in kaarsen loodrecht op de as van de buis gemeten		
	Berekend	Gemeten	Berekend / Gemeten
„Biosol" A	675	625	1,08
„Biosol" B	1630	1570	1,04

Door meting van de bestralingssterkte in de verschillende golflengten op een vlak op 50 cm afstand van de lamp, àl en niet bij gebruik van de reflector, is de versterkingsfactor hiervan als functie van de golflengte bepaald. De sterkte van de straling in dit vlak is in *tabel III* gegeven, voor beide typen „Biosol" zonder en met filter.

V = versterkingsfactor

Tabel III

Intensiteit in duizendtallen ergs per cm² per sec. op 50 cm afstand van de lamp met reflector.

Golflengte in Å	„Biosol" A		„Biosol" B	
	zonder filter	met filter	zonder filter	met filter
5770/91	6,55	5,9	16,3	14,7
5461	5,9⁵	5,35	14,7	13,2
4358	5,2	4,7	12,5	11,3
4078	0,48	0,43	1,15	1,04
4047	2,9	2,6	6,95	6,25
3655	9,4	8,45	22,4	20,2
3342	7,6	6,1	1,82	1,45
3130	5,75	3,8	13,6	9,0
3022	2,43	1,27	5,9	3,08
2967	1,35	0,59	2,85	1,25
2894	0,46	0,15	1,1	0,35
2804	0,82	0,15	2,15	0,41
2753	0,27	0,035	0,67	0,086
2699	0,35	0,028	0,84	0,067
2652	1,60	0,084	3,85	0,20
2537	2,55	0,032	5,15	0,064
2483	0,78	0,003	1,85	0,007
zichtbaar licht	7,85·10³ lux	7,05·10³ lux	19,7·10³ lux	17,7·10³ lux

Erytheemwerking van de „Biosol" met en zonder filter

Van elk van de uitgezonden lijnen kan thans de bijdrage tot de erytheemwerking berekend worden door vermenigvuldiging van de intensiteit met de erytheemfactor. In *tabel IV* is dit gedaan voor de „Biosol" B (in reflector, 50 cm afstand), met en zonder filter.

Tabel IV.

Golflengte in Å	Relatieve erytheem factor	„Biosol" B zonder filter: Intensiteit (in duizendtallen ergs per cm² per sec) op 50 cm afstand	„Biosol" B zonder filter: Erytheem-eff. = intens. maal erytheem factor	„Biosol" B zonder filter: % van totaal erytheem-effect	„Biosol" B met filter van u.v. doorlatend glas: Intensiteit (in duizendtallen ergs per cm² per sec) op 50 cm afstand	„Biosol" B met filter van u.v. doorlatend glas: Erytheem-effect	„Biosol" B met filter van u.v. doorlatend glas: % van totaal erytheem-effect
3130	0,03	13,6	408	3,1	9,00	270	7,6
3022	0,55	5,90	3240	24,6	3,08	1700	47,8
2967	1,00	2,85	2850	21,6	1,255	1255	35,2
(2925)	0,70	0,435	304	2,3	0,161	113	3,2
2894	0,25	1,10	275	2,1	0,352	88	2,5
2804	0,06	2,16	130	1,0	0,410	25	0,7
2753	0,07	0,67	47	0,4	0,086	6	0,2
2699	0,14	0,84	118	0,9	0,067	9	0,3
2652	0,25	3,84	960	7,3	0,201	50	1,4
(2576)	0,49	0,755	370	2,8	0,013	6	0,2
2537	0,55	5,16	2840	21,6	0,064	35	1,0
2483	0,57	1,85	1055	8,0	0,007	4	0,1
(2464)	0,57	0,27	154	1,2	—		
(2400)	0,56	0,74	415	3,2	—		
			13166	100,1		3561	100,2

% van totaal erytheemeffect veroorzaakt door de golflengten kleiner dan 2900 Å:	zonder filter	met filter
	45,4 %	3,2 %

Door sommeering wordt een maat voor de totale erytheemwerking verkregen. Deze blijkt bij de „Biosol" B zonder filter gelijkgesteld te mogen worden aan die van een straling van ruim 13 000 erg per cm² per sec met een golflengte van 2967 Å, waarbij volgens Coblentz en Stair de erytheemfactor maximaal is, en gelijk 1 gesteld. De lamp met filter geeft een straling, die, wat erytheemwerking betreft, equivalent is met die van een intensiteit van 3560 erg per cm² per sec van 2967 Å. Experimenteel werd gevonden, dat na aanbrengen van het filter de bestralingstijd ter bereiking van een bepaald erytheem ruim 3 maal zoo lang gekozen moest worden als bij gebruik van de lamp zonder filter. De overeenstemming is dus bevredigend. Volgens Coblentz (IIe Congrès International de la Lumière, Copenhague 1932) is voor verkrijgen van een juist waarneembaar erytheem op de binnenzijde van de onderarm een stralingsdosis van ca 200 000 erg per cm² van $\lambda = 2967$ Å noodig, welke waarde zeer goed in overeenstemming met onze experimenten is, waarbij nl. op 50 cm afstand van de „Biosol" B met filter een bestraling van 45 secunden bij de meeste proefpersonen ongeveer als grensdosis gevonden werd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

(45 maal 3560 = 150 200). Bij de lamp zonder filter werd na bestraling gedurende 15 sec meestal reeds een zwak erytheem waargenomen. Er bleken overigens groote individueele verschillen aanwezig te zijn.

Zooals uit de tabel IV volgt, is bij gebruik van de „Biosol" zonder filter ca. 45 % van het verkregen erytheemeffect afkomstig van straling met een golflengte kleiner dan 2800 Å, d.w.z. van straling, die in het zonnespectrum niet aanwezig is. Nadat het filter om de lamp geschoven is, is slechts een te verwaarloozen percentage (ca 3 %) van de erytheemwerking aan deze ultraviolette straling van korte golflengte te danken. Ook voor andere biologische processen geldt uit de aard der zaak een analoog verschil. Hierop berust het nut van het filter, daar het de werking van de „Biosol" meer doet overeenkomen met die van de zonnestraling.

Conjunctivitiswerking van de „Biosol" B met en zonder filter.

Aan de hand van de in fig. 6 gegeven kromme voor de conjunctivitiswerking is op analoge wijze voor de straling met een golflengte kleiner dan of gelijk aan 3130 Å van de „Biosol" B de ten opzichte van het conjunctivitiseffect aequivalente intensiteit van $\lambda = 2967$ Å bepaald. (*Tabel V*).

Tabel V.

		„Biosol" B zonder filter		„Biosol" B met filter	
Golflengte Å	Relatieve conjunctivitiswerking	Intensiteit in duizendtallen ergs per cm² per sec.	Relatieve conjunctivitisbijdrage maal 10^3	Intensiteit	Relatieve conjunctivitisbijdrage maal 10^3
3130	0,75	13,60	10	9,00	6,8
3022	0,85	5,90	5	3,08	2,6
2967	1,0	2,85	2,8	1,255	1,3
2925	1,5	0,435	0,6	0,161	0,2
2894	2	1,10	2,2	0,352	0,7
2804	4	2,16	8,6	0,410	1,6
2753	6	0,67	4,0	0,086	0,5
2699	7	0,84	6,3	0,067	0,5
2652	8	3,84	32,6	0,201	1,7
2576	10	0,755	7,5	0,013	0,1
2537	12	5,16	62	0,064	0,8
2483	15	1,85	27,8	0,007	0,1
2464	17	0,27	4,6	—	—
2400	20	0,74	14,8	—	—
		som:	$188{,}8 \cdot 10^3$		$16{,}9 \cdot 10^3$

Volgens Fischer, Eymers en Vermeulen is de dosis bij $\lambda = 2967$ Å, die in staat is juist waarneembare conjunctivitis te veroorzaken, ca. $12 \cdot 10^5$ erg per cm². Voor het bereiken van deze dosis zou een bestraling van ongeveer 7,5 sec met de „Biosol" B zonder filter reeds voldoende zijn (wellicht nog korter wegens bijdrage van golflengten kleiner dan 2400 Å, die niet in rekening gebracht konden worden). Bij gebruik van de lamp met filter zou daarentegen een bestralingstijd van ca 80 secunden pas bezwaren op gaan leveren. Directe proeven hierover zijn niet verricht; de resultaten der berekening zijn echter wel met de algemeene ervaring in overeenstemming, nl. dat een groot verschil in conjunctivitiswerking bestaat tusschen de lamp met en zonder filter, een verschil aanzienlijk grooter dan het verschil in erytheemwerking. De geheele, hier gegeven, berekening is echter wegens de groote onzekerheid in de conjunctivitiskromme aan kritiek onderhevig.

Rachitisgenezing

Wat betreft de benoodigde dosis voor genezing van rachitis bij kinderen doen Gorter en Soer [5]) de volgende opgave: $4{,}2 \cdot 10^6$ erg per dag (0,1 cal) van straling van een golflengte = 2967 Å. Deze straling werd toegediend op een huidoppervlak van 200 cm² (dus $21 \cdot 10^3$ erg/cm²). In overeenstemming met de boven opgegeven dosis voor verkrijgen van erytheem, werd bij deze bestralingen geen erytheem verkregen. Zien we af van bijdragen van overige golflengten, dan is bij gebruik van de „Biosol" B met filter op 50 cm afstand een benoodigde bestralingstijd voor rachitisgenezing te berekenen van $21 \cdot 10^3$ gedeeld door 1255, d.i. ongeveer 17 sec per dag, indien een oppervlak van 200 cm² wordt bestraald. Bij vergrooting van het bestraalde oppervlak neemt de benoodigde bestralingstijd ongeveer omgekeerd evenredig daarmee af.

De in het voorafgaande gegeven voorbeelden mogen demonstreeren, hoe bij voldoende kennis van de spectrale biologische werkzaamheidskrommen uit de gemeten spectrale verdeeling van de straling der „Biosol" conclusies zijn af te leiden omtrent te bereiken resultaten en omtrent de benoodigde bestralingstijd.

[5]) E. Gorter en J. J. Soer, Ned. T. Geneesk. **74**, 4310, 1930.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE BETEEKENIS VAN DE „PHILORA" NATRIUMLAMP VOOR DE FOTOGRAFIE

door J. A. M. VAN LIEMPT.

Samenvatting. Fotografische opnamen, vervaardigd bij natriumverlichting, geven de helderheidsverhoudingen van gekleurde voorwerpen zeer goed weer. De weergave door natriumlicht kan bijna volmaakt worden door dit te mengen met een geschikte hoeveelheid gloeilampenlicht of kwiklicht. Ook voor de verlichting van donkere kamers kan het natriumlicht voordeelen bieden.

Inleiding

Aan een ongekleurde fotografische afdruk mag de eisch worden gesteld, dat ze de helderheidsverschillen, zooals die praktisch in elke op te nemen groep van personen of voorwerpen voorkomen, in een grijze tint weergeeft, die dezelfde subjectieve helderheidsindruk maakt als de gekleurde voorwerpen met correspondeerende kleur.

Met de oude, alleen blauwgevoelige fotografische plaat kon men hieraan in het geheel niet voldoen. Het was daarom een belangrijke stap in de ontwikkeling van het fotografisch negatief, toen H. Vogel in 1873 ontdekte, dat door toevoeging van bepaalde kleurstoffen aan de fotografische emulsie de gevoeligheid daarvan voor roode en gele stralen aanzienlijk kon worden opgevoerd. Zoo ontstonden de thans algemeen gebruikte ortho- en panchromatische platen. Intusschen bleek, dat deze belangrijke verbetering van het fotografisch weergeven der kleuren bij gebruik van zeer uiteenloopende kunstlichtbronnen toch niet steeds tot de ideale weergave der helderheidsindrukken leidde. Alleen wanneer men de moeite neemt om bij gebruik van een bepaalde lichtbron bij elke plaatsoort een geschikt filter uit te zoeken, kan men zijn doel eenigszins benaderen.

Nu is het uitzoeken van een dergelijk filter (in den regel een combinatie van filters) een tijdroovend werk, terwijl bovendien steeds door absorptie veel licht verloren gaat, waardoor de opnametijden dikwijls ongewenscht lang worden.

In samenwerking met den Haagschen hoffotograaf F. Ziegler werden diverse proeven genomen met natriumlampen als verlichtingsbron voor fotografische opnamen. Daarbij kwam het op het eerste gezicht verrassende resultaat te voorschijn, dat deze bijna monochromatische lichtbron het probleem van het op juiste wijze fotografisch weergeven van verschillende gekleurde voorwerpen zonder gebruik te maken van filters op uitstekende wijze vermag op te lossen [1]).

[1]) Van de hand van den Heer F. Ziegler verschenen diverse artikelen over dit onderwerp; zie bijv. Bedrijfsfotografie **17**, 247, 1935; **18**, 331, 1936.

Om dit nader te illustreeren deelen wij hieronder eenige metingen over het weergeven van kleuren mede, verricht met diverse plaatsoorten en bij gebruik van natriumlicht, eventueel gecombineerd met andere hulplichtbronnen.

Daarbij is gebruik gemaakt van een kleurenschaal, nl. van de in fotografische kringen welbekende Agfa „Stufenfarbentafel." [2]), welke in

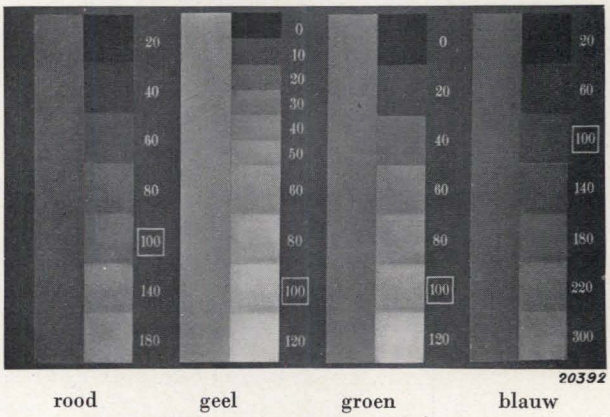


Fig. 1. Met daglicht op panchromatische platen gereproduceerde kleurenschaal (Agfa „Stufenfarbentafel").

fig. 1 in fotografische reproductie (opgenomen met daglicht op panchromatische platen) is weergegeven. Deze schaal bestaat uit vier gekleurde stroken resp. rood, geel, groen en blauw, waarnaast een aantal vakjes is aangebracht in verschillende tinten grijs en van een nummer voorzien. Deze vier kleuren zijn de hoofdkleuren uit het spectrum en stellen gemiddelde, practisch voorkomende (dus geen zuivere spectrale) kleuren voor.

Door metingen in het Agfa-laboratorium heeft men nu vastgesteld, dat iedere kleur bij een juiste fotografische opname moet worden weergegeven door die grijze tint, welke met het cijfer 100 is aangeduid, omdat dit grijs eenzelfde helderheidsindruk maakt op ons oog als de betreffende kleur.

Het grijs, dat bijv. met het cijfer 80 aangegeven is, heeft voor wit licht een reflectievermogen, dat 80 % bedraagt van dat der met het cijfer 100 aangegeven grijze strook. Indien men dus bij de te

[2]) Zie H. Arens en J. Eggert, Z. Wiss. Phot. **27**, 279, 1930 en M. Biltz, Wiss. Ver. Agfa **4**, 42, 1935.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

onderzoeken lichtbron en bij gebruik van een bepaalde plaat onder juiste belichting een opname maakt van deze kleurenschaal, verkrijgt men een negatief, waarin men kan opzoeken, welk grijs uit de grijs-schaal overeenkomt met de betreffende kleur.

Vindt men bijv., dat het rood wordt weergegeven door grijs 40, dan beteekent dit, dat op het positief het rood te donker wordt weergegeven. De gebruikte lichtbron leverde dus niet voldoende roode stralen of (en) de gebruikte plaat was niet roodgevoelig genoeg. Of men goed belicht heeft, kan men gemakkelijk controleeren aan de wijze, waarop de verschillende grijze vakjes worden weergegeven. Bij juiste belichting moeten alle trappen van de grijze schaal duidelijk van elkander onderscheiden op het negatief zichtbaar zijn.

Metingen zijn uitgevoerd met de volgende lampentypen:

1) „Philora" natriumlamp type SO 650, een 100-watt-lamp met een nuttig effect van circa 62 lum/W. [3]).

2) „Philora" kwiklamp type HP 300, een 75-watt-kwartslamp met een nuttig effect van circa 36 lum/W. [3]).

3) „Philora" kwiklamp type HO 1000, een glazen 250-watt-lamp met een nuttig effect van circa 36 lum/W. [3]).

Het spectrum van de natriumlamp is een nagenoeg monochromatisch geel, daarnaast geeft de lamp nog een weinig roode neonstraling; het spectrum van de kwiklampen is een lijnenspectrum in verschillende kleuren, de HP lamp zendt bovendien nog een zwak continu spectrum uit.

Gefotografeerd werd met het licht van deze lampen of combinaties daarvan op negatief materiaal, zooals dit in de fotografie gewoonlijk wordt gebruikt. Ter vergelijking zijn ook opnamen gemaakt bij daglicht in een kamer met venster op het noorden bij nagenoeg onbewolkten hemel.

Bezien we in *tabel I* allereerst de opnamen bij daglicht, dan zien we, dat zelfs op goede panchromatische platen het weergeven der kleuren verre van volmaakt is. Ook het kwiklicht is niet geschikt, daar het te veel blauw en te weinig rood bevat. Daarentegen geeft het natriumlicht in het rood en geel de kleur veelal bijna ideaal weer, iets minder goed is dit in het blauw, terwijl het groen bij alle fotografisch materiaal relatief slecht wordt weergegeven, omdat het in den handel verkrijgbare negatiefmateriaal (om redenen, waarop hier niet nader kan worden ingegaan) van nature steeds weinig gevoelig is in het groen.

Tabel I. Metingen bij ongemengd Philoralicht

Plaat	Lichtbron	weergeven der kleur			
		rood	geel	groen	blauw
Ongesensibiliseerde platen					
Gevaert Ultra Rapid	Natrium	100	100	50	60
	Daglicht	30	10	25	180
Orthochromatische platen					
Gevaert Super Press	Natrium	90	110	50	60
	HP lamp	50	10	15	220
	HO lamp	40	20	25	190
	Daglicht	30	20	30	180
Gevaert Ortho Process	Natrium	90	100	50	60
	Daglicht	30	15	30	200
Panchromatische platen					
Gevaert Ultra Panchro	Natrium	120	120	50	40
	HP lamp	50	40	35	180
	HO lamp	45	40	35	160
	Daglicht	60	40	40	140
Agfa Superpan	Natrium	140	120	60	40
	Daglicht	90	40	30	140
Ilford Hypersensitive Panchromatic	Natrium	120	110	50	60
	HP lamp	55	30	30	180
	HO lamp	50	60	35	140
	Daglicht	75	40	35	150

Het is verder opvallend, dat het weergeven der kleuren bij natriumlicht even goed is op ongesensibiliseerd materiaal als op kleurgevoelig materiaal, zoodat men bij gebruik van natriumlicht, wanneer de belichtingstijd geen rol speelt, even goed het goedkoopere, blauwgevoelige negatiefmateriaal kan gebruiken als het duurdere pan- of orthochromatische materiaal. Dit laatste biedt tegenover het panchromatisch materiaal zekere voordeelen bij het ontwikkelen.

Wij komen zoo tot het merkwaardige paradox, dat bij het belichten van niet-kleurgevoelig materiaal met enkelkleurig natriumlicht toch de kleuren in een juiste helderheidsverhouding worden weergegeven.

Uit de daglicht-opnamen hebben we reeds gezien, dat het onvolkomen weergeven der kleuren zelfs op het modernste panchromatische materiaal gelegen is in het feit, dat dit nog niet geel- en roodgevoelig genoeg is. Bij gebruik van gloeilampen

[3]) Bij de bepaling der nuttige effecten is rekening gehouden met de verliezen in de voorschakelapparatuur.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

als lichtbron kan weliswaar het weergeven van het rood veel worden verbeterd, doch het geel blijft ook daarbij nog ten achter. Door het groote gehalte aan geel licht in het natriumlicht wordt het tekort aan geelgevoeligheid van het panchromatische materiaal volledig opgeheven. Wat het weergeven van het rood betreft, bedenke men allereerst, dat de natriumlamp nog een klein gedeelte aan roode neonstraling bevat. Verder is het practisch voorkomende rood geen zuivere spectraalkleur, maar bevat in de zin van de kleurentheorie van Ostwald nog een aanzienlijk witgehalte. Het kaatst alle kleuren iets terug, waaronder speciaal ook het spectraal naast het rood gelegen geel. Dat het weergeven van het blauw — hoewel niet volmaakt — nog meevalt, komt ook door het gehalte aan wit van het practisch voorkomende blauw.

Daar nu verder het licht van de natriumlichtbron, dat via de verschillende gekleurde voorwerpen wordt teruggekaatst, in tegenstelling met het gloeilampenlicht bijna monochromatisch is, is het ook duidelijk, dat zoowel op een ongesensibiliseerde als op een panchromatische plaat de kleuren op dezelfde wijze worden weergegeven. Wel zal, omdat de ongesensibiliseerde plaat weinig gevoelig is voor de gele natriumlijn (0,59 μ), de belichtingstijd daarvoor aanzienlijk langer moeten zijn dan voor de panchromatische plaat. Voor de fotografie met natriumlicht zou men eigenlijk met een alleen in het geel gevoelige plaat kunnen volstaan.

Metingen bij gemengd licht

Teneinde het weergeven van het blauw bij gebruik van natriumlicht te vervolmaken, kan men daaraan andere lichtbronnen toevoegen. Wij vermelden alleen het eindresultaat.

Op ongesensibiliseerd materiaal blijkt door de groote blauwgevoeligheid een geringe toevoeging van gloeilampenlicht reeds voldoende te zijn.

Voorbeelden:

Emulsie: Gevaert Ultra Rapid (ongesensibiliseerd)
Lichtbron: Natriumlamp met gloeilamp.

Lichtbron	weergeven der kleur			
	rood	geel	groen	blauw
Natrium	100	100	50	60
0,01 W gloeil. op 1 W natrium	100	100	50	100

Bij orthochromatische platen, die relatief minder blauwgevoelig zijn, heeft men wat meer gloeilampenlicht noodig.

Emulsie: Gevaert Super Press (orthochromatisch)
Lichtbron: Natriumlamp met gloeilamp.

Lichtbron	weergeven der kleur			
	rood	geel	groen	blauw
Natrium	90	110	50	60
0,3 W gloeil. op 1 W natrium	100	100	50	100

Voor panchromatisch materiaal — en dit is vanwege de kortere belichtingstijd toch meestal te prefereeren — komt men het beste uit met een combinatie van natrium- en kwiklicht, bijv.

Emulsie: Ilford Hypersensitive Panchromatic
Lichtbron: Natriumlamp met HO kwiklamp.

Lichtbron	weergeven der kleur			
	rood	geel	groen	blauw
Natrium	120	110	50	60
0,5 W kwikl. op 1 W natrium	90	90	40	90

Evenzoo vonden we bij dezelfde lichtbronnen:

Emulsie: Gevaert Ultra Panchro 8000 H en D.
Lichtbron: Natriumlamp met HO kwiklamp

Lichtbron	weergeven der kleur			
	rood	geel	groen	blauw
Natrium	120	120	50	40
0,5 W kwikl. op 1 W Natrium	120	100	50	80

Inplaats van kwiklicht toe te voegen kan men soms ook goede resultaten bereiken door het natriumlicht te combineeren met een overbelaste gloeilamp met blauwfilter.

Bovenstaande voorbeelden willen slechts als richtlijn voor den practischen fotograaf dienen; ieder voor zich kan met behulp van kleurenkaarten de juiste combinatie in verband met het door hem bij voorkeur gebruikte negatiefmateriaal uitzoeken. We wijzen verder nog op het hooge nuttig effect van de „Philora" lampen, waardoor men behalve het beter weergeven der helderheidsverhoudingen der verschillende kleuren ook nog het groote voordeel heeft, dat men bij eenzelfde stroomverbruik een 2 à 3 voudige hoeveelheid licht verkrijgt vergeleken met de thans gebruikelijke gloeilampen.

Een ander bijkomstig voordeel, dat de natriumlamp nog heeft bij portretfotografie, is, dat het vergeleken met wit licht, bij gelijke verlichtingssterkte op het oog, de pupil veel minder verkleint [4]), zoodat een veel fraaiere foto wordt verkregen,

[4]) Ook met de „Photoflux" kan men een dergelijk effect bereiken. Zie Z. Wiss. Phot. **33**, 287, 1935.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

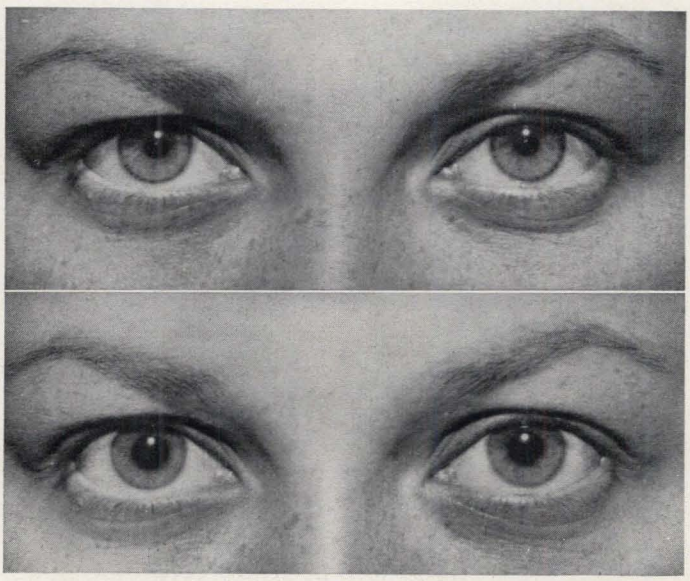
Foto F. Ziegler, Den Haag
Reproductierecht Nygh & v. Ditmar N.V.

Opname met natriumlicht van H. K. H. Prinses Juliana en Z. K. H. Prins Bernhard

Digitized by www.freeservicemanuals.info
Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

waarop ook reeds door F. Ziegler is gewezen. Bijgaande foto's (*fig. 2*) toonen dit duidelijk aan. Dezelfde persoon is daarbij opgenomen, eenmaal terwijl de oogen (geaccomodeerd op oneindigen afstand), circa 15 minuten waren vóórbelicht met 300 lux Argafotolicht, een ander maal met 300 lux natriumlicht. In het eerste geval bedroeg de verhouding van irisdiameter ten opzichte van pupildiameter 3,7, in het tweede geval 2,0.



20393

Fig. 2. Fotografie opgenomen na een vóórbelichting gedurende 15 min. met 300 lux Argafotolicht, resp. 300 lux natriumlicht.

Voor de belichtingstijd in secunden kan de volgende formule worden aangehouden [5])

$$t = \frac{13500\ F^2}{L \times HD},$$

waarin F de lensopening,
L de Luxwaarde van de verlichting op de plaats van de op te nemen groep en
HD de Huster en Driffield-gevoeligheid van het negatief voor kunstlicht.
Deze formule kan men voor het menglicht zoowel voor ortho- als panchromatisch materiaal gebruiken, bij toepassen van natriumlicht alléén slechts voor panchromatisch materiaal.

Verlichting van de donkere kamer

Tenslotte willen we nog op een belangrijke toepassing wijzen van de „Philora" natriumlamp en wel voor verlichting van de donkere kamer bij het werken met kunstlicht-contact-papieren voor het maken van afdrukken en vergrootingen. Doordat de straling der natriumlamp bijna zuiver monochromatisch is en het normale gaslichtpapier voor geel ongevoelig is, heeft men bij gebruik van een natriumlamp van 50 watt in de donkere kamer een hoeveelheid licht ter beschikking, waarvan men vroeger niet heeft kunnen droomen. Daar echter de electroden van de lamp nog een zwak continu spectrum geven, verdient het aanbeveling om een licht geelfilter te gebruiken, waardoor dit witte licht wordt afgesneden, terwijl slechts een gering totaal lichtverlies optreedt. Aan dit licht kan men bijv. normaal gaslichtpapier, gelegen in ontwikkelaar, urenlang blootstellen, zonder dat de geringste sluier optreedt. Bij de sterke verlichting van het positief, dat zich in de ontwikkelbak bevindt, beoordeelt men de contrasten naar hun juiste waarde; bij zwakkere belichting, zooals tot nu toe gebruikelijk was, is het oog minder gevoelig voor contrasten. Bij de meer gevoelige bromidepapieren moet men voorzichtiger zijn en kan men de lamp niet zonder meer gebruiken.

Wij meenen hiermede voldoende te hebben aangetoond, van welke groote beteekenis de natriumlamp voor de foto- en filmtechniek is of gaat worden. Tegelijkertijd is dit opnieuw een sprekend voorbeeld van het reeds meermalen gesignaleerde verschijnsel, dat in de techniek voor bepaalde doeleinden uitgedachte producten, later op nevengelegen terreinen geheel onverwachts van vèrstrekkende beteekenis blijken te zijn.

[5]) Voor de afleiding dezer formule zie Van Liempt, Rec. Trav. chim. Pays-Bas **53**, 471, 1934.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

PRACTISCHE TOEPASSINGEN VAN RÖNTGENOGRAFISCH MATERIAALONDERZOEK IX

door W. G. BURGERS.

Bij het beoordeelen der vraag, of het in een bepaald geval van materiaalonderzoek zin heeft, de röntgenografische methode toe te passen, moet steeds in het oog gehouden worden, dat langs deze weg in eerste instantie alleen gegevens worden verkregen over de kristallijne structuur van het materiaal. Is het verschil tusschen twee materiaalsoorten in eenigerlei opzicht aan een verschil in kristallijne structuur toe te schrijven, dan kan, althans in principe, verwacht worden, dat zij langs röntgenografische weg van elkaar onderscheiden kunnen worden. In vele gevallen zal het struktuurverschil een gevolg zijn van verschillen in de samenstelling der te onderzoeken stoffen, en in onderscheidene voorbeelden, bijv. No. **9** (metaalafscheiding bij vorming van metaalcarbiden), No. **10** (aantoonen van thoriumoxyde in wolfraamdraad), No. **15** (aanwezigheid van overmaat tantaal in tantaalcarbide), is duidelijk gebleken, hoe in dergelijke gevallen röntgenfoto's verkregen worden, die verschillen, wat betreft de rangschikking of het aantal der interferentielijnen.

Ook bij een materiaal met een gegeven samenstelling kunnen echter verschillen in kristallijne structuur optreden, bijv. wat betreft de grootte en volmaaktheid, of ook de onderlinge rangschikking der kristallieten, waaruit het bestaat. Aan structuurverschillen van deze aard beantwoorden in het algemeen sterk uiteenloopende physische en mechanische eigenschappen van het materiaal. Ook in dergelijke gevallen kan verwacht worden, door toepassing der röntgenografische methode gegevens te verkrijgen omtrent de bijzondere, in het onderhavige geval aanwezige toestand van het materiaal. Enkele toepassingen hiervan zijn reeds besproken in de voorbeelden **3** (ontstaan van scheuren bij het bakken van speksteen) en **5** (structuur van electrolytisch neergeslagen nikkellaagjes), waar de waargenomen verschillen in eigenschappen met een verschil in de rangschikking der kristallieten bleken samen te hangen [1]); verder in de voorbeelden **17-19**, waar verschillen in de inwendige spanningstoestand bij een bepaald materiaal optreden.

Wij zullen nu in dit en enkele volgende artikelen nog een aantal andere voorbeelden bespreken, waarbij verschillende „toestanden" van eenzelfde materiaal langs röntgenografische weg onderscheiden worden.

20. Rekristallisatie van getrokken wolfraamdraad

Een duidelijk voorbeeld van de mogelijkheid, langs röntgenografische weg veranderingen in de kristallijne structuur van een materiaal na te gaan, treedt op bij warmtebehandeling van een bewerkt metaal. Zooals bekend, worden bij plastische deformatie van een metaal de oorspronkelijke kristallieten sterk vervormd, hetwelk te zien is aan het feit, dat het metaal bij etsen niet meer duidelijk begrensde kristallieten, maar een meer of minder „vezelachtige" structuur vertoont. Wordt het vervormde metaal nu op voldoend hooge temperatuur en gedurende een voldoend lange tijd gegloeid, dan treedt rekristallisatie op, d.w.z. de vezelstructuur gaat weer over in een normale kristallijne structuur, opgebouwd uit kristallieten met duidelijke begrenzingen. Het rekristallisatieproces komt tot stand, doordat op bepaalde sterk vervormde en dus „gespannen" plaatsen in het bewerkte metaal de atomen lossprингen en kiemen vormen van nieuwe gezonde kristallieten, welke daarna ten koste hunner vervormde omgeving uitgroeien.

De etsfoto's *fig. 1 a - e* laten dit proces bij een ongeveer 90 μ dikke wolfraamdraad bij ruim 300-malige vergrooting zien. Stukken van deze draad werden aan een gloeibehandeling bij een telkens hoogere temperatuur onderworpen. Het blijkt, dat dientengevolge veranderingen in de oorspronkelijke vezelstructuur optreden: bij de laagst toegepaste gloeitemperatuur (fig. 1*b*) zijn deze nog weinig uitgesproken, men zou misschien kunnen spreken van een beginnende „vergroving" der vezelstructuur. In een volgend stadium *c* is deze vergroving veel duidelijker, de vezelstructuur verdwijnt geleidelijk; de vorming van nieuwe kristallieten is echter in het etsbeeld nog niet met zekerheid te herkennen. (De met een pijl aangegeven witte plek vormt mogelijk een eerste begin ervan.) In het op nog hoogere temperatuur gegloeide draadstuk *d* is dit echter wel het geval: de fijne streeping aan de bovenzijde der foto is afkomstig van een kristalliet, dat zich in dat deel van de draad uit een kiem ontwikkeld heeft, en

[1]) Ook het onderscheid tusschen echte en gekweekte parels (voorbeeld 4) bleek hierop te berusten.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

reeds een gedeelte der oorspronkelijke vezelstructuur opgegeten heeft. Bij de laatste foto *e* is het rekristallisatieproces zoover voortgeschreden, dat de geheele draaddoorsnede door één kristal is ingenomen.

In *fig. 1 f - k* zijn nu röntgenfoto's gereproduceerd van de draadstukken, waarvan de etsfoto's in fig. 1*a - e* weergegeven zijn [2]). Ook de beschouwing der röntgenfoto's laat duidelijk veranderingen zien, welke in de draad tengevolge van het gloeien

[2]) Bij de röntgenfoto's werd ongeveer een draadlengte van 1 mm bestraald, een ongeveer 4 tot 5 maal zoo grootte lengte als op de etsfoto's te zien is. De stippen op de röntgenfoto's kunnen dus van een grooter aantal kristallieten afkomstig zijn dan de etsfoto's toonen.

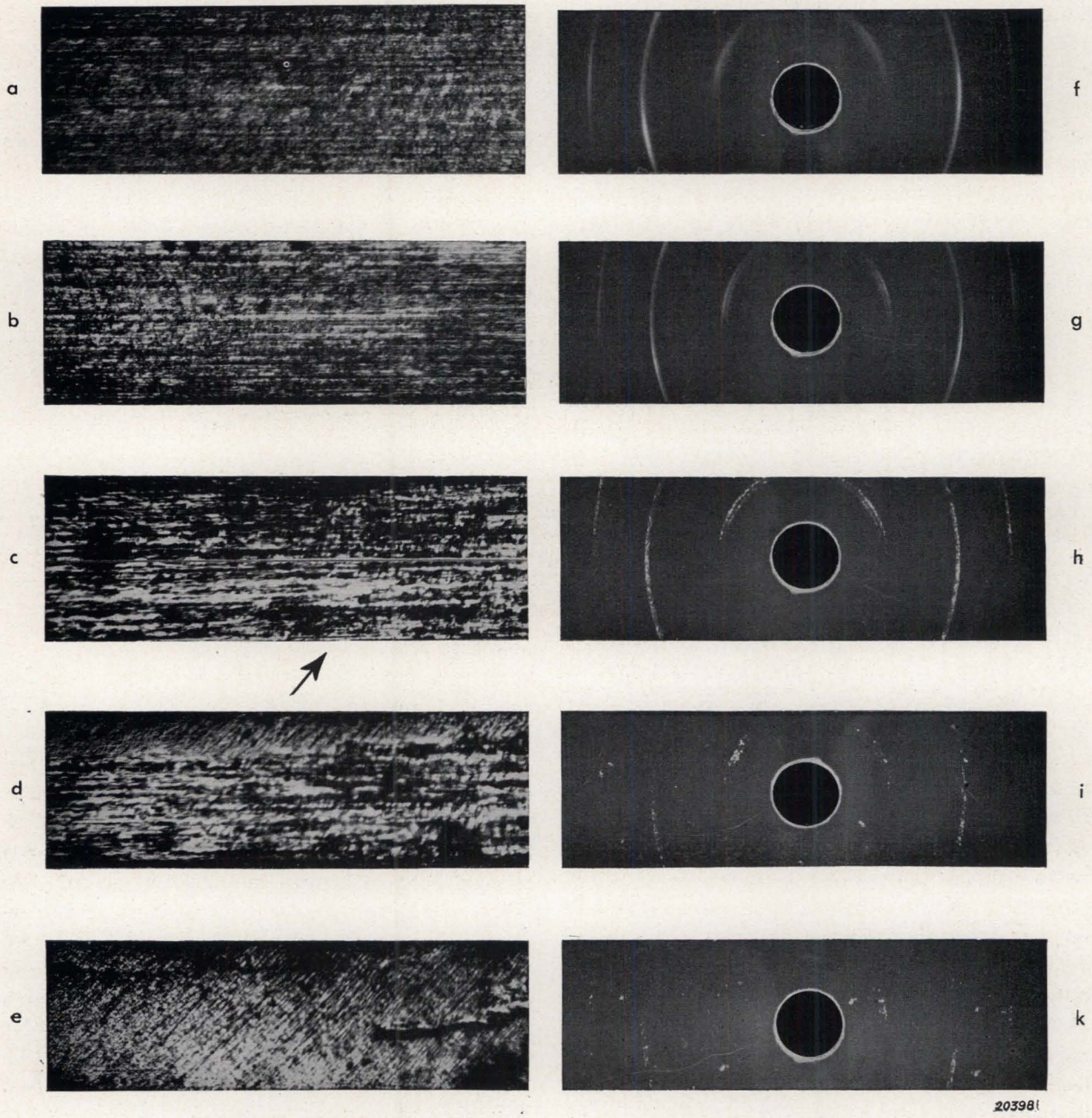


Fig. 1. Verandering van de kristallijne structuur van een getrokken wolfraamdraad bij verhitten op telkens hoogere temperatuur.
a - e: foto's van het gepolijste en daarna geëtste draadoppervlak 325 maal vergroot.
f - k: röntgenfoto's.
De in de draad optredende rekristallisatie is in de etsfoto's te zien, doordat de vezelachtige structuur (foto's *a* en *b*) plaats maakt voor die der (aan een fijne evenwijdige streeping te herkennen) nieuw gevormde kristallen (foto *d* bovenkant, en foto *e*). In de röntgenfoto's is het rekristallisatieproces te bemerken, doordat de eerst gelijkmatige interferentielijnen in afzonderlijke stippen overgaan. Bij de laagste gloeitemperaturen, waarbij de vezelstructuur nog practisch onveranderd blijft (vgl. foto *a* met *b*), blijkt in de röntgenfoto's (vgl. *f* met *g*) een verscherping der interferentielijnen op te treden, welke op een afnemen der inwendige spanningen wijst.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Digitized by www.freeservicemanuals.info

plaats gevonden hebben. De foto's *f* en *g* vertoonen beide continue lijnen, echter is het voor een kleine verandering in atoomafstand „gevoelige" (zie voor dit begrip artikel VII dezer reeks) doublet in *g* duidelijk geplitst, in tegenstelling tot de oorspronkelijke toestand in *f*, waar het een enkele vage lijn vormt. Dit laatste is het gevolg van het feit, dat in de getrokken draad de roosters der kristallieten tengevolge van het trekproces eenigszins vervormd zijn, en zoo inwendige „micro-spanningen" (zie voorbeeld 18 in artikel VIII) in het leven geroepen hebben. Het effect der verhitting op betrekkelijk lage temperatuur bestaat nu in het afnemen dezer roostervervormingen, en dus der inwendige spanningen. Röntgenografisch zichtbare kristalgroei heeft echter nog niet plaats gevonden. Dit blijkt uit het feit, dat de röntgenlijnen nog hun continu karakter behouden hebben.

Bij het op de naasthoogere temperatuur gegloeide draadstuk (foto *h*) beginnen de lijnen zich echter in afzonderlijke stipjes op te lossen. Dit verschijnsel wijst er op, dat er in het door de röntgenbundel getroffen draadstuk reeds kristalletjes aanwezig moeten zijn, welke een grootte van tenminste ongeveer 10 μ hebben: d.w.z. kiemvorming heeft plaats gevonden en de draad verkeert, althans ten deele, in het stadium der beginnende rekristallisatie. Met het voortschrijden van het rekristallisatieproces en het daarmee gepaard gaande verdwijnen der oorspronkelijke vezelstructuur verdwijnt het continue karakter der interferentielijnen geheel (foto's *i* en *k*) en blijven alleen een aantal stippen over, welke afkomstig zijn van het betrekkelijk geringe aantal nieuw gevormde kristallieten.

Het belang van het röntgenografisch onderzoek naast het onderzoek volgens de etsmethode is nu hierin gelegen, dat beide elkaar aanvullen. Terwijl bijv. bij het gloeien van de draad op de laagste toegepaste temperatuur structuurveranderingen in de etsfoto's (vgl. *a* met *b*) zich niet of ternauwernood kenbaar maken, blijken uit de röntgenfoto's (vgl. *f* met *g*) desalniettemin de door het trekproces teweeggebrachte storingen in het kristalrooster af te nemen. Verder blijkt uit de scherpte der interferentiestippen op de röntgenfoto's der rekristalliseerende of gerekristalliseerde draden, dat de nieuw gevormde kristallen in hooge mate storingsvrij en dus spanningsvrij zijn, een feit, dat men uit de etsbeelden weer niet zonder meer kan aflezen. Anderzijds geven deze laatste van de vorm en grootte der uiteindelijk gevormde kristallieten een aanschouwelijk beeld.

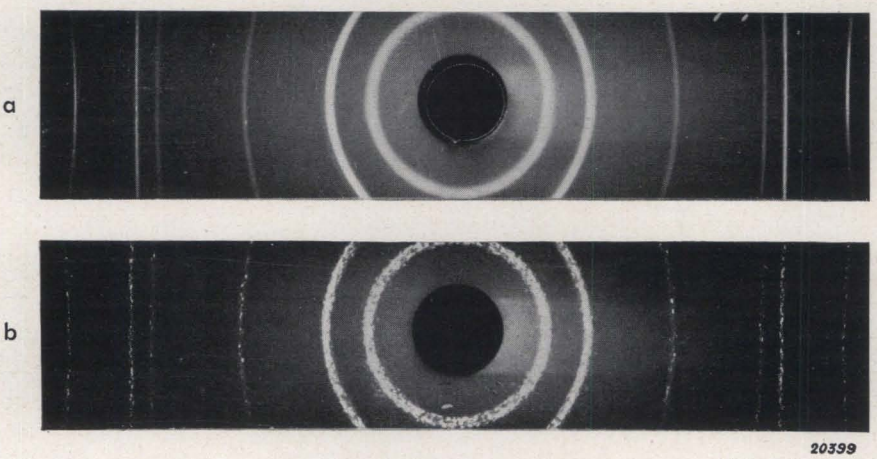


Fig. 2. Optreden van rekristallisatie bij gloeien van nikkelen kathodebuisjes.
a: opname der getrokken buis.
b: opname der gerekristalliseerde buis.

21. Nikkelbuis voor oxydkathodes

Bij radiolampen met indirect verhitte oxydkathodes is de oxydlaag aangebracht op getrokken nikkelbuisjes, welke aan een bepaalde gloeibehandeling onderworpen zijn. Tengevolge van deze laatste kan rekristallisatie optreden: deze uit zich, zooals in het vorige voorbeeld uitvoerig besproken is, in een röntgenfoto doordat de continue lijnen, welke bij de getrokken buis optreden, in afzonderlijke stippen uiteenvallen.

Bij een röntgenografisch onderzoek van twee partijen nikkelbuisjes van verschillende herkomst bleek op deze wijze, dat zij in zooverre een verschil vertoonden, dat de eene soort (vgl. *fig 2a*) nog niet gerekristalliseerd was, de andere (vgl. *fig 2b*) wel. Uit de dichtheid der stippen op foto's van verschillende gerekristalliseerde buisjes konden bovendien tot op zekere hoogte conclusies getrokken worden over de meer of mindere mate, waarin het rekristallisatie-proces zich voltrokken had.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

No. 1129: W. Elenbaas: Die Intensitätsverteilung und die Gesamtstrahlung der Super-Hochdruck-Quecksilberentladung (Physica **3,** 859-871, Aug. 1936).

De spectrale intensiteitsverdeeling tusschen 0,4 en 3 μ is voor eenige soorten super-hooge-drukkwikontladingen gemeten. Bij hoogere drukken zijn de spectraallijnen meer en meer verbreed en het continue spectrum komt duidelijker voor den dag. Verder wordt het continue spectrum bij hoogere stroomdichtheden sterker. De totale straling is gemeten, waarbij een correctie is ingevoerd voor de absorptie van kwikstraling door het koelwater. Bijvoorbeeld bedraagt de totale straling bij een ontlading in een buis met een binnendiameter van 1 mm bij 1,1 A en 800 V/cm 75% van de toegevoerde energie. Er worden eenige mogelijkheden besproken om te verklaren, dat de intensiteitsverhouding van de gele lijnen (5770 en 5790 Å) tenopzichte van de groene lijn (5461 Å) kleiner is dan in buizen met een dampdruk van ongeveer een atmosfeer.

No. 1130: K. H. Klaassens und R. Houwink: Viskosität in Lösung und Kondensationsgeschwindigkeit von Phenolformaldehydharzen (Koll. Z. **76,** 217-223, Aug. 1936).

Viscositeitsmetingen werden uitgevoerd aan harsoplossingen met een concentratie boven 5% (grensconcentratie volgens Staudinger). Hieruit is een methode te ontwikkelen om de vorm der moleculen te onderzoeken. Bij een toenemende mate van condensatie wordt bij constante concentratie de viscositeit grooter, hetgeen te verklaren is, doordat de kleine moleculen uit de hars overgaan in grootere.

No. 1131: E. M. H. Lips and J. Sack: A hardness tester for microscopical objects (Nature **138,** 328-329, Aug. 1936).

Een apparaat wordt beschreven, waarmee men in staat is een zóó kleine indrukking met behulp van een Vickers-diamant te maken, dat de hardheid van microscopisch kleine voorwerpen (bijv. insluitsels of structuurbestanddeelen van metaallegeeringen) bepaald kan worden.

*) Van publicaties gemerkt met * is geen voor verspreiding voldoend aantal overdrukken beschikbaar. Van de andere publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvraag gaarne overdrukken.

No. 1132*: R. Houwink: Technisch-wetenschappelijke beschouwingen over de elasticiteit van verven en lakken (Verfkroniek **9,** 221-228, Aug. 1936).

Verslag van een voor de Bond voor materialenkennis gehouden voordracht.

No. 1133: J. L. Snoek: Kristalstructuur en magnetisme (Ingenieur **51,** E 81-84, Juli 1936).

Een overzicht wordt gegeven van de theorieën betreffende het ferromagnetisme. De magnetische hysteresis wordt slechts dàn groot, wanneer de verplaatsing van de grenzen der magnetische elementaire gebieden wordt vertraagd of verhinderd. Men bereikt dit door kunstmatig een sterk inhomogene spanningsverdeeling in het materiaal aan te brengen. In de moderne magneetstalen tracht men dit te doen door een oververzadigde vaste oplossing eerst te onderkoelen door afschrikken, waarna zij tot gedeeltelijke uitscheiding wordt gebracht door verhitten op middelmatige temperaturen. Bij weeke materialen tracht men daarentegen een zoo groot mogelijke homogeniteit te verkrijgen, waartoe men zuiver materiaal uitkiest, dat een kleine magnetostrictie bezit, of waarbij de storende invloed hiervan wordt opgeheven (Permalloybehandeling; koelen in een magneetveld). De kristalanisotropie moet daarbij ook zoo klein mogelijk zijn.

No. 1134: J. L. Snoek: Ferromagnetische materialen (Ingenieur **51,** E 87-89, Juli 1936).

Aan de hand van verschillende ferromagnetische materialen worden de in het vorig artikel aangegeven gezichtspunten nader uitgewerkt.

No. 1135: M. J. O. Strutt und A. van der Ziel: Einfache Schaltmassnahmen zur Verbesserung der Eigenschaften von Hochfrequenz-Verstärkerröhren im Kurzwellengebiet (El. Nachr. Techn. **13,** 260-268, Aug. 1936).

De belangrijkste eigenschappen van radio-ontvanglampen op korte golflengten worden geresumeerd. Nagegaan wordt welke invloed het aanbrengen van geschikte impedanties, in het bijzonder in de kathodetoevoerleiding, op deze eigenschappen heeft.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!